Главное управление золото-платиновой промышленности
НКЦМ СССР

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫЙ
ИНСТИТУТ ПО ЗОЛОТУ „НИГРИЗОЛОТО“

А. К. ВОЙТОВИЧ

КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО ПО ОПРОБОВАНИЮ РОССЫПЕЙ НА ЗОЛОТО И РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
26	23 сверху	ного	нокислого
47	4 снизу	—3+ мм	—3+1 *мм*
55	16 „	— вес	a_3—вес
55	17 „	—3+0,3 *м*	—3+0,3 *мм*

Войтович А. К. Краткое руководство по опробованию россыпей на золото и редкие металлы.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
КОМИТЕТА ПО ДЕЛАМ ГЕОЛОГИИ
при СНК СССР

Москва — 1941

Книга содержит описание приемов опробования россыпей на золото и минералы редких металлов при поисковых и разведочных работах, а также краткие сведения по эксплоатационному опробованию россыпей. В работе также излагаются приемы качественного и количественного минералогического анализа шлихов и систематический ход связанных с ним операций.

Книга рассчитана на инженеров и техников геолого-разведочной службы промышленности золота, олова и редких металлов.

Редактор **С. В. Культиасов**

Подписано к печати 29/I-1941 г. 4,5 печ. л. по 36000 знаков в 1 печ. л., уч-авт. л. 4,6. Зак. тип. № 6895.
А—29783. Тираж 3000 экз.

Цена в переплете 3 р. 50 к.

Типография ГВИЗ МВО «Красный Воин», Москва, Всеволожский, 2.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Помимо того интереса, который вызывают золотоносные россыпи как объекты добычи россыпного золота, они в последнее время стали рассматриваться как возможные источники такого ценного для народного хозяйства сырья, как олово, вольфрам, цирконий, тантал, ниобий, торий и другие редкие и редкоземельные элементы.

В течение последних лет проведен ряд геолого-разведочных и научно-исследовательских работ, задачей которых являлось выявление ценности комплексных россыпей, т. е. россыпей, в которых попутно с золотом присутствуют еще какие-либо ценные компоненты, затраты на добычу которых покрывались бы общей стоимостью извлеченных ценных компонентов.

Методы опробовательских работ по определению ценности комплексных россыпей резко отличаются от общераспространенных и хорошо разработанных методов опробования на золото, а поэтому результаты опробования золотоносных россыпей, полученные без достаточного учета всех особенностей, существующих для комплексных россыпей, не всегда являются достаточно надежными для составления выводов относительно количества содержащихся в них редких металлов и редкоземельных элементов.

Настоящее руководство имеет целью несколько систематизировать накопившийся опыт работы в этой области и восполнить пробел, касающийся методики опробования россыпей, шлиховые минералы которых содержат в своем составе редкие элементы.

Так как опробование россыпей, понимаемое в широком смысле, охватывает почти весь цикл разведочных работ вообще, то, не задаваясь целью составления такого капитального руководства, мы должны указать, что основная задача настоящей работы заключается в том, чтобы предложить методику отбора, обработки и анализа проб для качественного и количественного определения ценных минералов попутно с поисковыми и разведочными работами на золото.

Основой для рекомендуемых методов послужили научно-исследовательские работы НИГРИЗолото, производственные работы золотодобывающих трестов, существующие фондовые и печатные инструкции по опробованию россыпей, материалы шлиховых конференций в Москве и Иркутске, а также личные наблюдения и опыт автора настоящей работы. В части лабораторной методики анализа шлиховых проб, а также определения тантало-ниобатов и вольфрамита с помощью так называемых пленочных реакций, автор руководствовался научно-исследовательскими и производственными работами шлихо-минералогической лаборатории НИГРИЗолото, руководимой В. А. Новиковым.

ВВЕДЕНИЕ

Опробование рыхлых образований при поисковых работах и россыпей при разведочных — преследует разрешение следующих двух основных задач: во-первых, выявить на исследуемой площади наличие ценных компонентов и, во-вторых, —в положительном случае изучить минералогический состав шлихов россыпи и определить количественное содержание этих компонентов на единицу измерения объема или веса всей толщи россыпи или ее продуктивной части.

Первая задача решается опробованием в процессе общих геологических работ и маршрутных поисковых работ на россыпи драгоценных и редких металлов. Этими работами устанавливается наличие или отсутствие ценных компонентов; при наличии ценных компонентов необходимо определить примерное содержание их в россыпи для решения вопроса о целесообразности постановки разведочных работ.

Вторая задача решается разведкой россыпи, при этом определяется точное содержание ценных компонентов; результаты опробования дают материал для подсчета запасов и вместе с прочими разведочными данными: глубиной россыпи, глубиной вскрыши, характером распределения ценных компонентов и т. д. помогают выбрать тот или иной способ эксплоатации месторождения.

Таким образом, по характеру требований, предъявляемых к опробованию рыхлых образований, в том числе и россыпей, можно выделить два вида опробования: поисковое опробование и разведочное опробование. Кроме того, представляет исключительную важность опробование для выявления ценности эксплоатирующихся комплексных россыпей; тем самым выделяется еще один вид — опробование эксплоатационных выработок.

Во всех выделенных видах опробования, вне зависимости от характера выработок, подлежащих опробованию, приходится иметь дело с толщей рыхлых образований, имеющей определенные, свойственные ей, особенности, или с теми или иными ценными компонентами россыпи, также характеризующимися вполне определенными свойствами.

Вначале кратко излагаются общие сведения о россыпях с точки зрения интересов опробователя, затем характеристика возможных ценных компонентов, после чего рассматривается методика опробования при поисковых, разведочных и эксплоатационных работах.

В конце руководства излагается методика качественного и количественного анализа проб на ценные компоненты, объединенная в части общих манипуляций с разнохарактерными пробами и диференцированная в отношении поисковых и разведочных проб.

Глава I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РОССЫПЯХ

Россыпные месторождения полезных ископаемых, или, как их иначе называют, «россыпи», имеют столь существенные отличия от коренных месторождений, что теоретически достаточно хорошо разработанные вопросы опробования руд коренных местрождений совершенно неприменимы к россыпям.

Самые главные особенности россыпных месторождений, влияющие на методику их опробования, заключаются в следующем.

Ценные компоненты россыпей: золото, касситерит, шеелит, монацит, циркон, тантало-ниобаты и пр., находятся в россыпи преимущественно в мономинеральном состоянии. Материал россыпи можно рассматривать как руду, раздробленную в естественных физико-химических условиях земной поверхности, с выделением части ценных компонентов в свободном состоянии, в то время как другая часть их еще не освобождена и находится в сростках и в виде вкраплений в валунно-галечном или обломочном материале, слагающем россыпь.

Технология извлечения ценных компонентов из материала россыпи основана на процессах водного гравитационного обогащения, при которых улавливаются главным образом только обособленные (мономинеральные) зерна ценных компонентов высокого, относительно материала россыпи, удельного веса. Та часть ценных компонентов, которая находится в сростках и вкраплениях, современными методами технологии извлечения не улавливается и бесследно теряется в хвостах обогатительных процессов. Это обстоятельство всегда необходимо учитывать при выборе методов обработки проб и определения содержаний.

Относительно высокая ценность россыпных полезных ископаемых и низкая стоимость их извлечения из россыпи позволяют с выгодой производить эксплоатацию россыпей с такими малыми содержаниями, какие в настоящее время считаются непромышленными для коренных руд.

Можно упомянуть, что драгоценные металлы являются промышленно-выгодными для разработки россыпей при содержании их от 0,000005% (около 100 *мг/м*³), а в некоторых благоприятных условиях и при еще более низком содержании. Вопрос о минимальных промышленных содержаниях редких металлов в россыпях Советского Союза не может быть предрешен заранее. В каждом отдельном случае эту задачу приходится решать особо, с учетом всех экономических показателей, из которых главными являются следующие: потребность в данном сырье, территориальная удаленность месторождения от промышленных центров, пути сообщения, метод разработки россыпи, мощность торфов и целый ряд других, более мелких. Можно ожидать, что минимум промышленного содержания в среднем может оказаться близким к следующим величинам:

для касситерита	200 *г/м*³
„ шеелита	400 „
„ вольфрамита	400 „
„ монацита	1400 „
„ циркона	2000 „
„ тантало-ниобатов[1]	30 „

Присутствие в россыпи двух или более ценных минералов снижает в определенных соотношениях промышленный минимум содержания каждого из присутствующих в россыпи компонентов, при условии одновременной разработки всего комплекса россыпи. Особый интерес представляют золотоносные россыпи с тем или иным содержанием ценных минералов помимо золота. При промышленных содержаниях золота выгодна комплексная разработка таких россыпей, в которых стоимость извлеченного попутно с золотом компонента окупает добавочные расходы на доведение его до степени кондиционного концентрата.

[1] По данным подсчета Баргузинской партии треста «Золоторазведка» в 1938 г.

При разработке россыпей на редкие металлы любые малые содержания золота всегда с выгодой окупают дополнительные расходы, связанные с его выделением из концентрата россыпей, получаемого при добыче редких металлов.

ТИПЫ РОССЫПЕЙ, ИХ СТРОЕНИЕ И МОРФОЛОГИЯ

Образование россыпей связано с экзогенными процессами, поэтому все россыпи тесным образом приурочены к рельефу поверхности настоящего или прошлых геологических периодов.

Образование того или иного рельефа почти немыслимо без активного действия воды (водных потоков). Россыпи, образованные при слабом участии движущей силы водных потоков, являются несортированными или слабо сортированными; россыпи же, возникшие в результате активной деятельности водных потоков, путем переноса и отложения (исключая пролювиальные отложения), являются сортированными. Сортировка материала, слагающего россыпь, заключается в распределении его по крупности и удельному весу в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Таким образом, по степени отсортированности материала, россыпи можно расположить в следующем восходящем порядке:

1) элювиально-делювиальные и коллювиальные россыпи;
2) ледниковые россыпи;
3) аллювиальные россыпи;
4) дельтовые и озерные россыпи;
5) береговые россыпи (морские и озерные).

1. Элювиально-делювиальные и коллювиальные россыпи образуются вследствие выветривания, разрушения и разрыхления коренных месторождений и вмещающих пород. Материал россыпи залегает на месте (в случае чистого типа элювиальной россыпи) (рис. 1) или же силой тяжести смещен вниз по склону, на котором расположено коренное месторождение (делювиальная рассыпь) (рис. 2).

Элювиальные россыпи постепенно переходят в делювиальные, а последние, достигая подножья склона, носят название к о л л ю в и а л ь н ы х.

Материал элювиально-делювиальных россыпей угловатый, неокатанный, в зависимости от уклона поверхности и характера коренных пород — более или менее грубообломочный. Чем дальше материал удален от коренного месторождения, тем больше он перемешан с вмещающими породами.

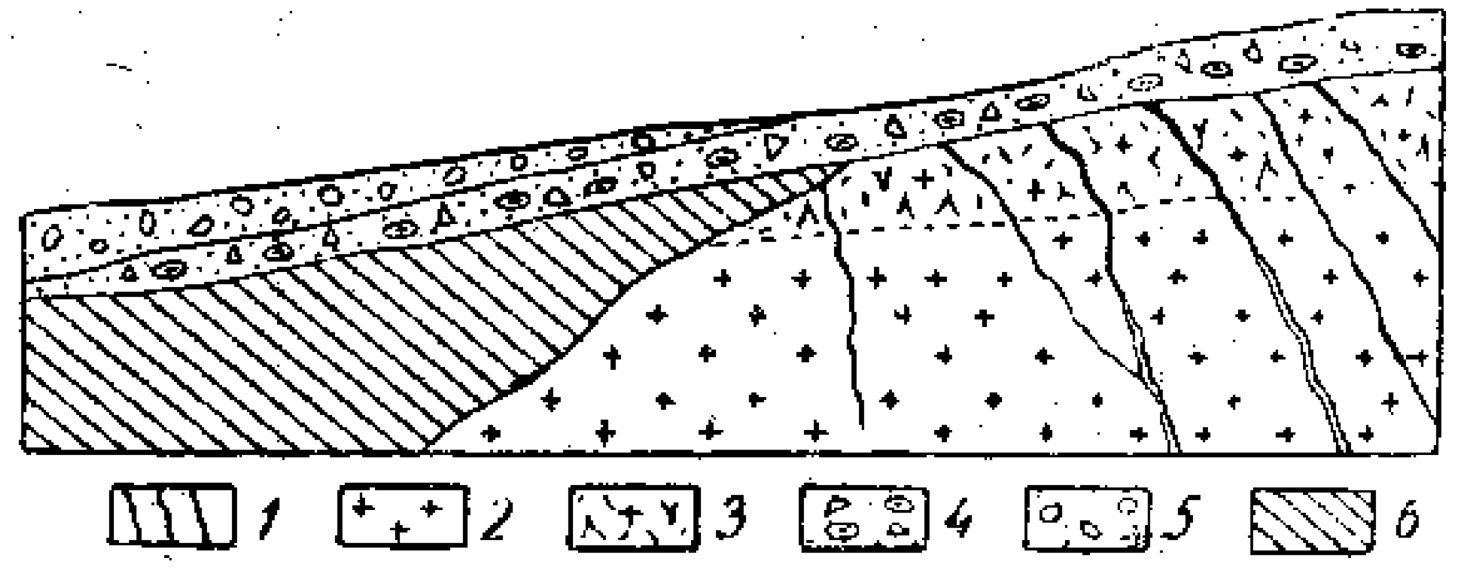

Рис. 1. Образование элювиальной россыпи.
1—рудные жилы; 2—гранит; 3—выветрелый слой гранита; 4—элювий; 5—делювий; 6—сланцы.

Ценные компоненты элювиально-делювиальных россыпей тем полнее освобождены от пустой породы, чем полнее и глубже коренное месторождение подверглось процессам химического и механического выветривания. Обычно значительная часть ценных минералов включена в обломки материнской породы.

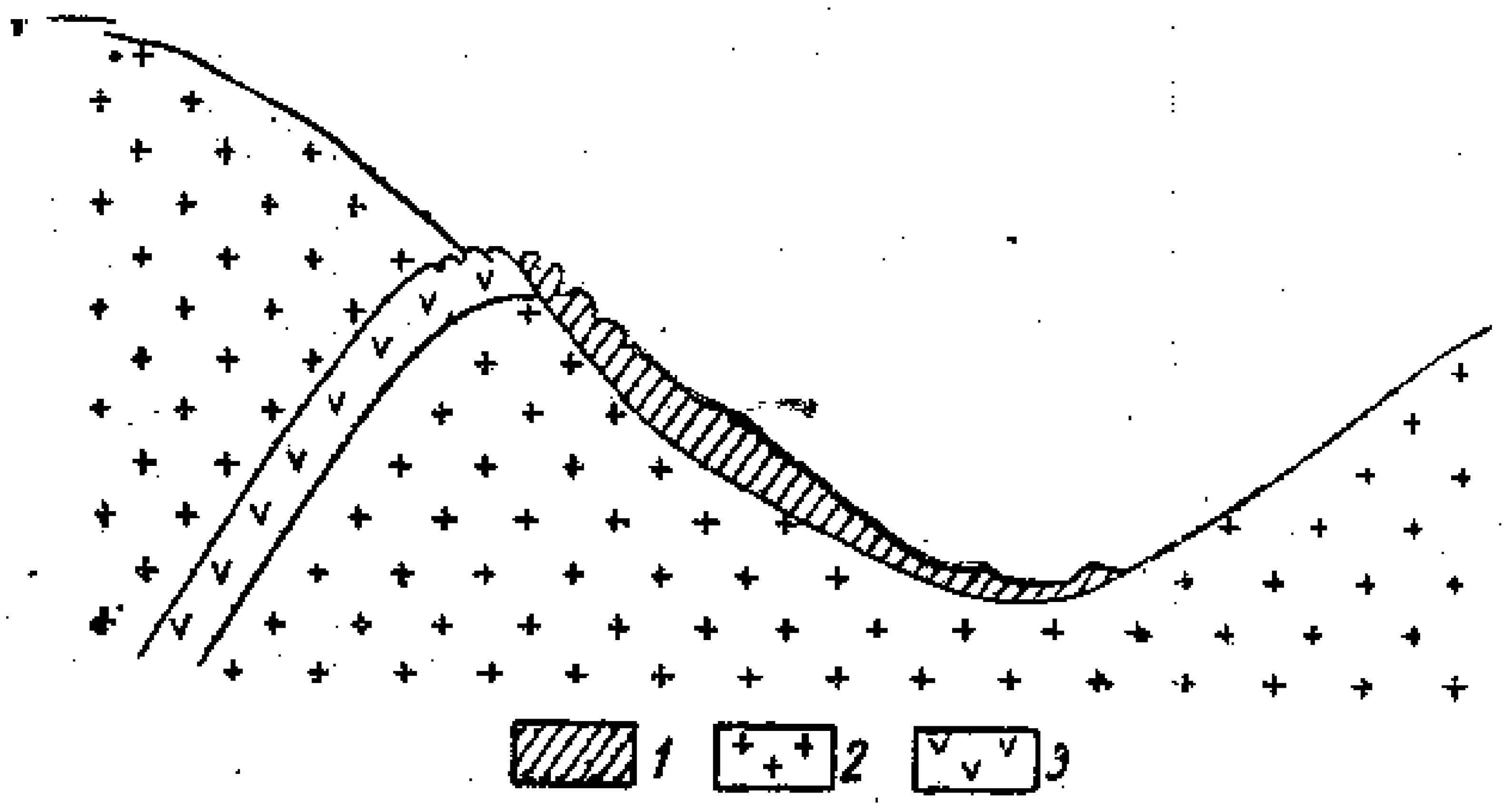

Рис. 2. Образование делювиальной россыпи.
1—делювий; 2—гранит плотный; 3—рудная жила.

Содержание ценных минералов, вниз по склону от богатых выходов коренных месторождений быстро убывает; в случае же месторождений, представленных равномерной вкрапленностью в большие массы породы, элювиально-делювиальные россыпи обладают примерно

таким же равномерным содержанием ценных минералов. Контур распространения элювиально-делювиальных россыпей сильно зависит от формы выхода коренного месторождения и от крутизны и формы склона (рис. 3).

Разработка элювиально-делювиальной россыпи обычно предшествует эксплоатации коренного месторождения, причем значение, как самостоятельные россыпные объекты, делювиальные и коллювиальные россыпи имеют меньшее, чем типичные элювиальные, тем не менее они имеют большое практическое значение при поисках коренных месторождений.

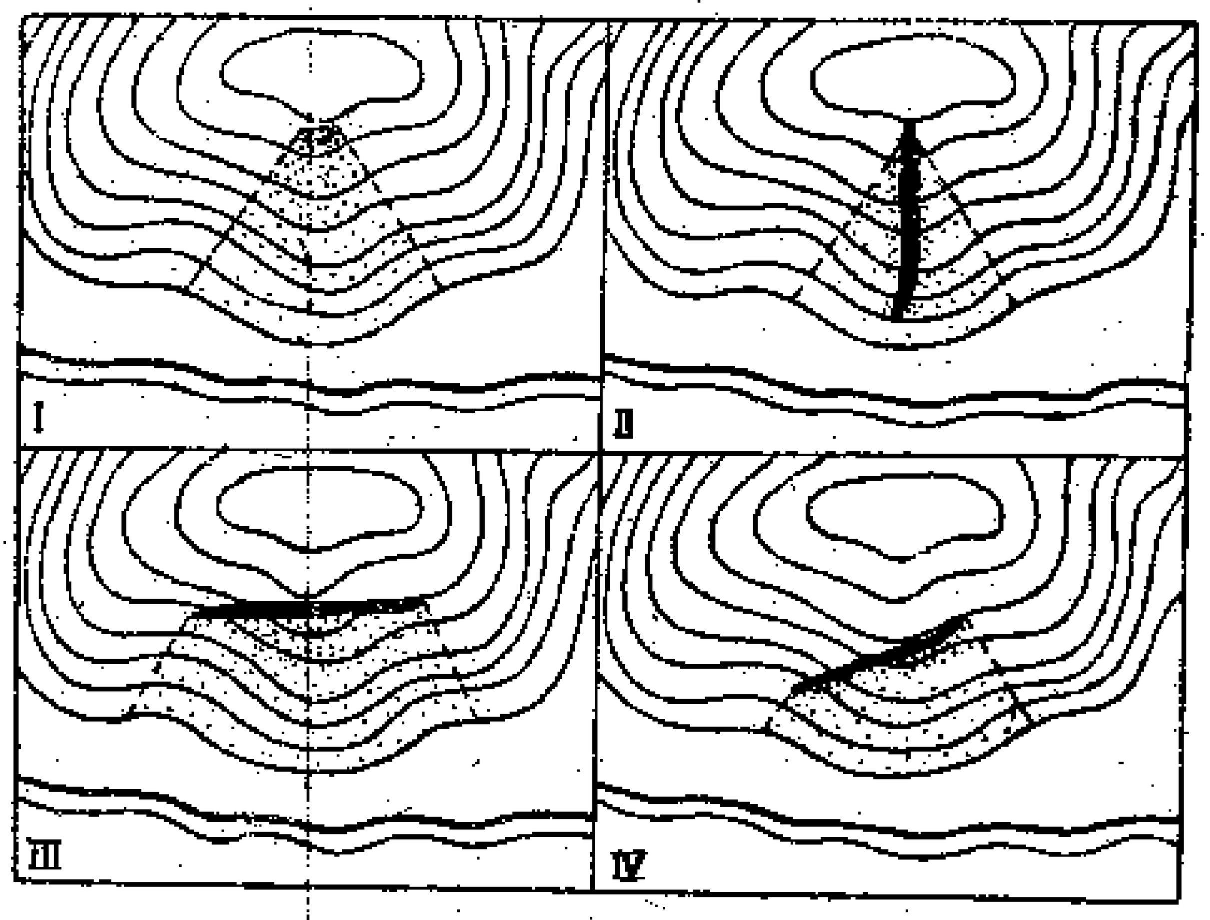

Рис. 3. Форма делювиальной россыпи в плане при различных положениях коренного месторождения.

I—форма коренного месторождения в виде гнезда; II—выход жилы по падению склона; III—выход жилы по простиранию склона; IV—жила, пересекающая склон диагонально.

2. Ледниковые россыпи. При движении ледника происходит перемещение материала, выпахиваемого ледником в своем ложе и поступающего на поверхность ледника в виде делювия окружающих склонов. Ледниковые морены — донные, боковые, серединные и конечные — могут быть металлоносными, если движение ледника происходит в области развития коренных месторождений золота и редких элементов, и содержать ценные минералы за счет либо непосредственного разрушения ледником коренных месторождений, либо благодаря переносу ранее существовавших или вновь поступающих рыхлых отложений. Материал, перемещаемый под ледником, подвергается сильной механической обработке, в результате

которой обломки пород дробятся, крошатся, окатываются и перетираются. В результате обработки получается материал различного размера — от крупных валунов до мелкого песчаного и даже глинистого.

Обломочный материал, переносимый на поверхности или внутри ледника, никакой механической обработке не подвергается и сохраняет первоначальную свою форму. Как донный, так и поверхностный моренный материал, при различной степени его обработки, характеризуется полной несортированностью и отсутствием слоистости.

Скопление моренного материала не сопровождается процессами обогащения, поэтому содержание в них ценных компонентов обычно не заслуживает промышленного интереса.

В флювиогляциальных отложениях, образованных за счет перемыва конечных морен, золото (например на Памире) иногда достигает промышленных концентраций и эксплоатируется.

3. Аллювиальные россыпи образуются за счет переноса и отложения материала проточными поверхностными водами, т. е. реками и ключами. В зависимости от времени образования россыпей и, соответственно, от пространственного положения их относительно современного русла рек различают: а) русловые россыпи, б) косовые, в) долинные и г) террасовые.

Из перечисленных подклассов аллювиальных россыпей первые два, т. е. русловые и косовые россыпи, являются типичными современными генетически незаконченными (т. е. находящимися еще в стадии формирования) образованиями. Долинные россыпи представляют собою накопление материала, ранее образовавшегося и уже пространственно не связанного с современным руслом рек. Наконец, террасовые россыпи относятся к аккумулятивным образованиям прежних циклов эрозии, т. е. должны рассматриваться как древние и различные по времени образования.

а) Р у с л о в ы е аллювиальные россыпи представляют собою скопления материала в современном русле рек и, следовательно, принадлежат к категории постоянно мигрирующих металлоносных образований.

б) К о с о в ы е аллювиальные россыпи приурочиваются к косам и намывным островам в современном русле рек; эти россыпи находятся, таким образом, в состоянии периодической миграции, связанной с временным затопле

нием их текущей водой (временные переходы в состояние русловых россыпей).

в) Д о л и н н ы е аллювиальные россыпи заключаются в отложениях речных пойм или же отмерших рукавов современного русла; пространственная ориентация долинных россыпей совершенно не зависит от расположения современного русла рек.

г) Т е р р а с о в ы е аллювиальные россыпи принадлежат к сохранившимся остаткам древних долинных отложений, ныне слагающим аккумулятивные террасы различных уровней, т. е. надпойменные террасы.

4. Дельтовые и озерные россыпи располагаются соответственно в устьевых выносах (дельтах) больших рек (впадающих в моря или озера) и в депрессиях озер, принимающих в себя золотоносные реки; оба этих класса россыпей образованы деятельностью речной воды.

5. Береговые морские и озерные россыпи представляют собою металлоносные механические осадки, образованные деятельностью прибрежных волн морей или озер.

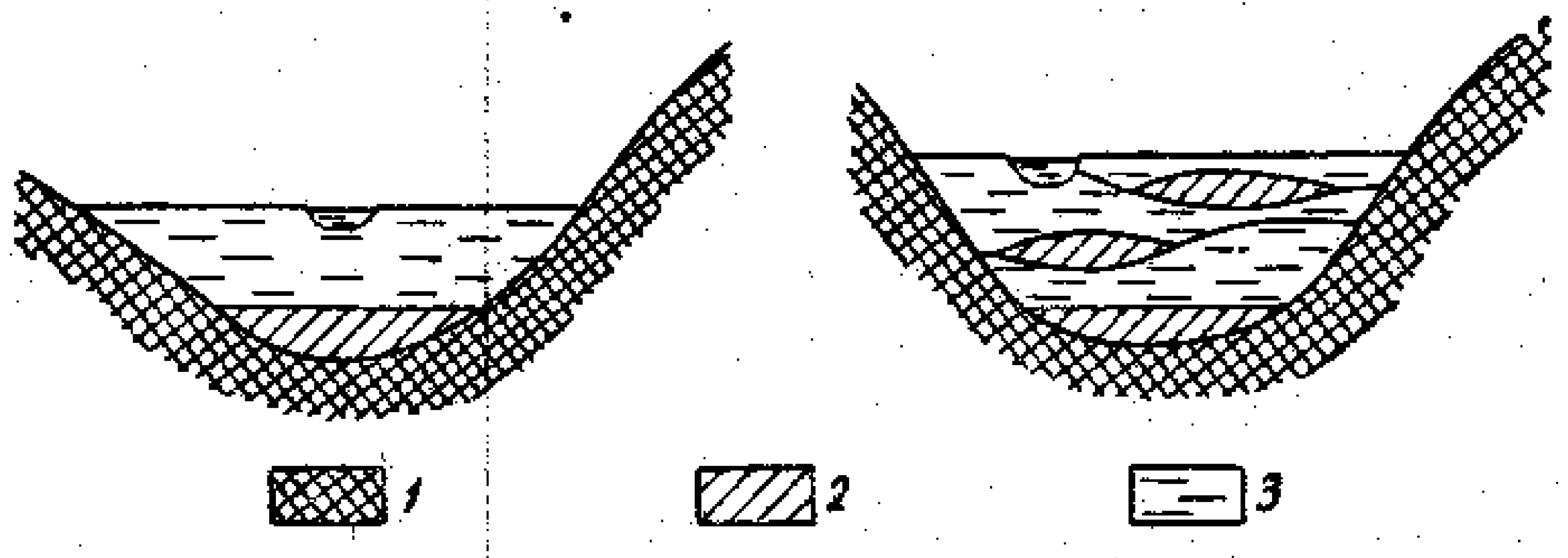

Рис. 4. Простая и сложная россыпи.
1—коренные породы; *2*—пласт; *3*—торфа.

С точки зрения строения россыпи, наиболее характерной и важной особенностью сортированных россыпей является распределение материала по удельному весу. Золото и другие полезные ископаемые россыпи, обладая повышенным удельным весом относительно основной массы материала россыпи, стремятся при водной сортировке сосредоточиться в нижних частях россыпи. Поэтому, как правило, россыпь состоит из двух частей: верхней, называемой «торфами», обычно «пустой» или с незначительным количеством полезных ископаемых, и нижней,— носящей название «пески» или «пласт», где сосредоточена главная масса золота или других ценных компонентов. Коренная порода, на которой залегают пески, называется «плотиком» или «постелью».

Существуют россыпи, в которых присутствует два или несколько горизонтов песков, расположенных на разных гипсометрических уровнях и разделенных между собой слоями пустой породы. Такие россыпи называются «сложными» (рис. 4).

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ РОССЫПИ

Торфа в простых россыпях начинаются с поверхности, а в сложных, кроме того, залегают между соседними пластами (рис. 5). Мощность торфов различна, и во многих случаях достигает десятков метров.

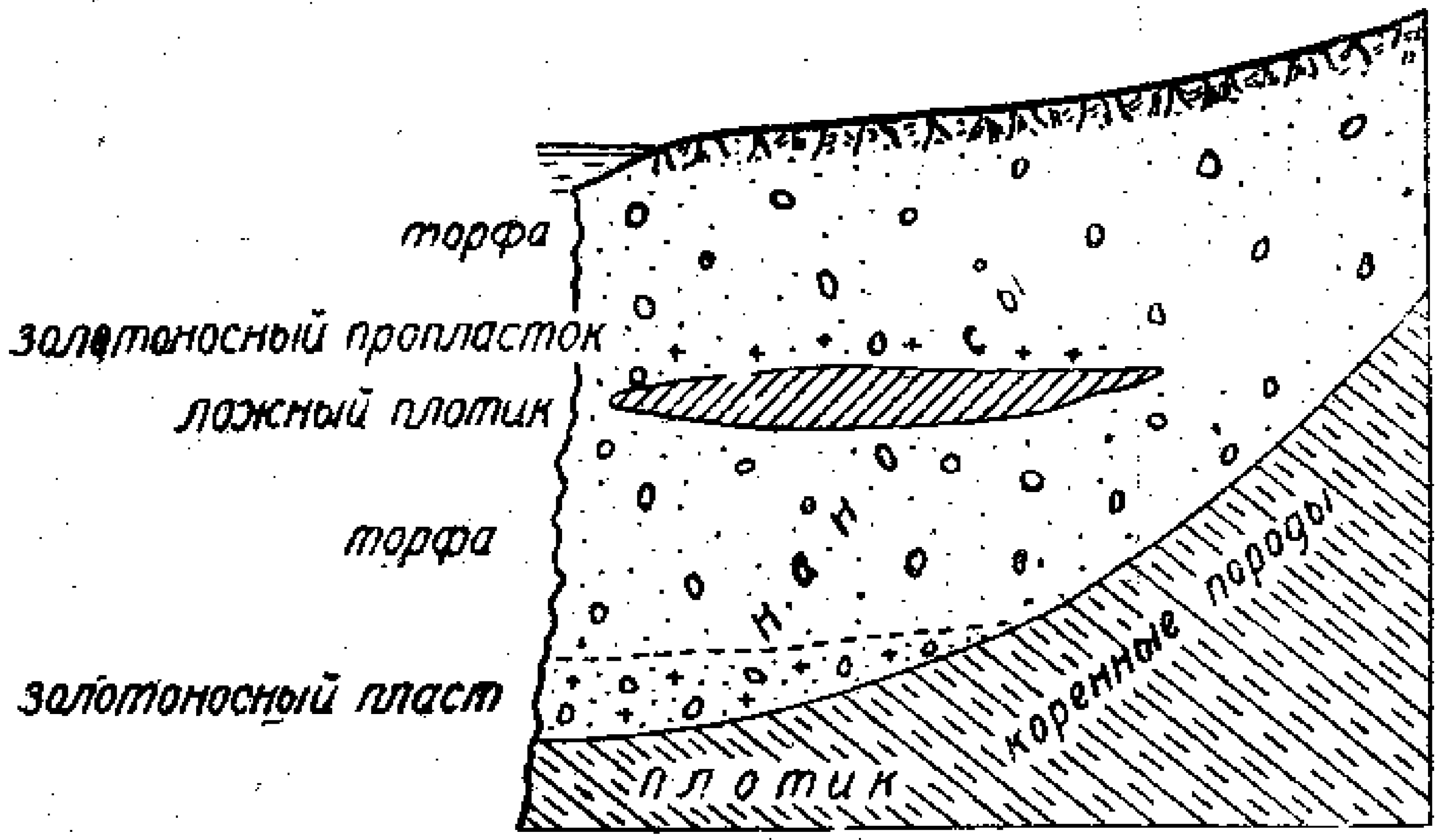

Рис. 5. Элементы россыпи.

Торфа состоят из валунов, гальки и песка — наиболее стойких коренных пород водного бассейна россыпи.

Пласты валунов и гальки имеют цементом песок, глину или ил, которые часто составляют самостоятельные линзы, слои или прослойки в галечных отложениях. Более или менее крупнообломочные отложения, хорошо отмытые от глинистых или илистых частиц, носят название «речники»; в речниках наименьшая вероятность присутствия каких-либо ценных компонентов.

Пески. По своему внешнему виду пески не всегда отличаются от торфов. Подразделение на пески и торфа

основано не на каких-либо литологических особенностях, а исключительно по признаку насыщения наносов тем или иным полезным ископаемым. Как правило, пески обычно бывают несколько глинистыми, причем песчаная глина, обволакивающая и цементирующая валунно-галечно-гравелистые отложения, именуется «месникой», а пески— «месниковатыми». Наличие месники в рыхлых отложениях служит некоторым показателем возможной концентрации золота в россыпи.

В случае наличия в россыпи нескольких полезных ископаемых, последние могут либо сконцентрироваться в одном комплексном пласте, либо образовать самостоятельные пласты для каждого ценного компонента или группы компонентов.

Сложные комплексные россыпи возможны только в очень древних долинах с мощными толщами аллювия, обычно же ценные компоненты находятся в одном пласте, причем наблюдается несовпадение пределов распространения отдельных компонентов в вертикальном и горизонтальном направлениях россыпи. Минералы более легкого удельного веса, относительно других присутствующих в россыпи, могут выходить вверх за пределы комплексного пласта, и тем выше, чем больше разница в удельных весах. Естественно, что при таком вертикальном распределении горизонтальные контуры распространения легких ценных минералов могут быть более широкими, чем контуры распространения тяжелых минералов.

Плотик. Плотик, на котором залегают рыхлые образования, может быть представлен коренными породами («скала») в свежем или довольно разрушенном состоянии. Пласт на таком плотике чрезвычайно изменчив, обладает способностью образовывать сильно обогащенные участки — так называемые «карманы»; сам плотик также обычно содержит ценные компоненты и иногда, при сильно трещиноватых породах плотика, ценные компоненты, а особенно золото, по трещинам глубоко проникают в плотик.

Иногда пласт подстилается слоем глинистых, часто песчано-глинистых отложений, покрывающим коренные породы. Для обозначения этого слоя «постели» россыпи употребителен термин «почва».

Материал почвы может быть элювиальным продуктом разрушения коренных пород, подстилающих россыпь,

(особенно, если таковыми являются граниты), или же принесенным с верхних участков водного бассейна и отложенным в результате изменения водного режима; в этих случаях мощность таких глинистых отложений может быть различной. Характерно, что пласт на глинистой почве обычно бывает довольно выдержанным, без резких изменений в содержании и мощности.

Л о ж н ы й п л о т и к. Золото и другие ценные компоненты, при передвижении силой водного потока рыхлых отложений, имеют способность «просеиваться» вниз до водонепроницаемых слоев.

В реках, образовавших поверх пласта отложение глины или ила, может наступить момент, когда в материал, несомый рекою, вновь начинают поступать ценные компоненты; последние в своем поступательном движении вниз, сквозь толщу рыхлых отложений, доходят до водонепроницаемых слоев, где и задерживаются. Подобные водонепроницаемые слои называются «ложным плотиком», а металлоносные или содержащие ценные компоненты слои—«пропластками».

МОРФОЛОГИЯ РОССЫПЕЙ

Форма россыпи обусловлена процессами ее возникновения. Выше упоминалось о контурах элювиальных россыпей, повторяющих контуры коренных месторождений, и о зависимости контуров делювиальных россыпей от форм рудных месторождений и склонов.

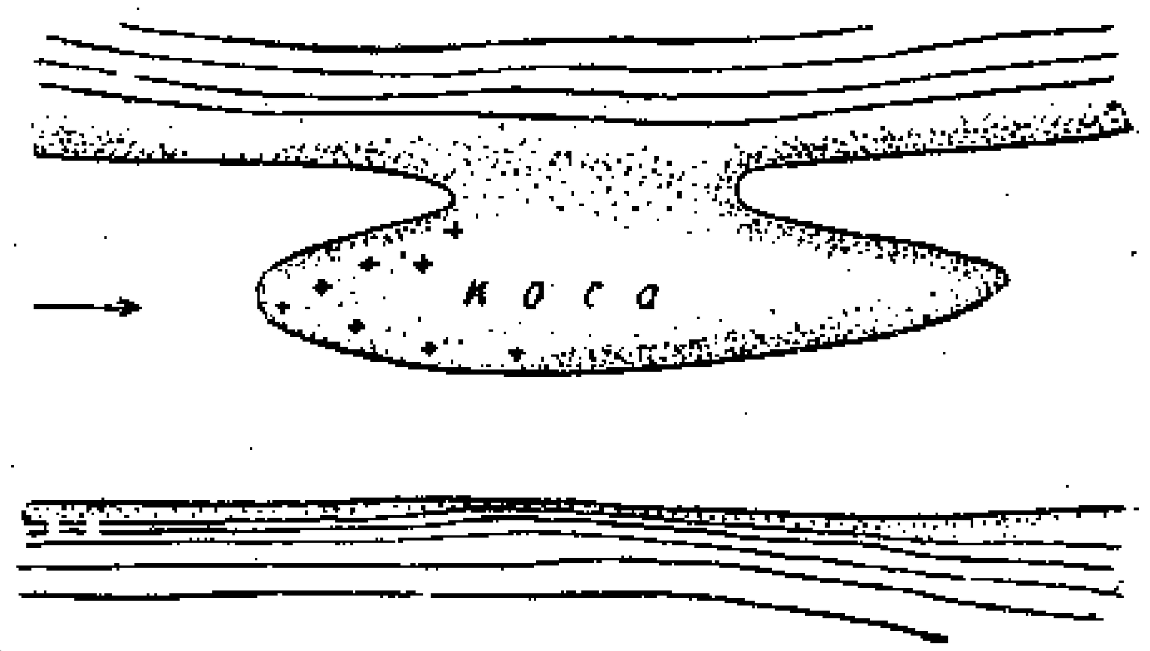

Рис. 6. Косовая россыпь.

Аллювиальные россыпи руслового типа естественно ограничиваются берегами реки, их образующей, а вниз по течению — величиной элонгации (горизонтальным смещением от источника).

Косовые россыпи возникают иногда благодаря сезонному или непрерывному отложению на косах, отмелях и в излучинах рек более тяжелых частиц из переносимого рекой материала. Ценные компоненты откладываются в местах перемыва материала, а именно — в головках кос,

на выпуклых участках отмелей и излучин. Форма и границы россыпей непостоянные, блуждающие, но в общем совпадающие с контурами аллювия, на котором они откладываются (рис. 6, 7).

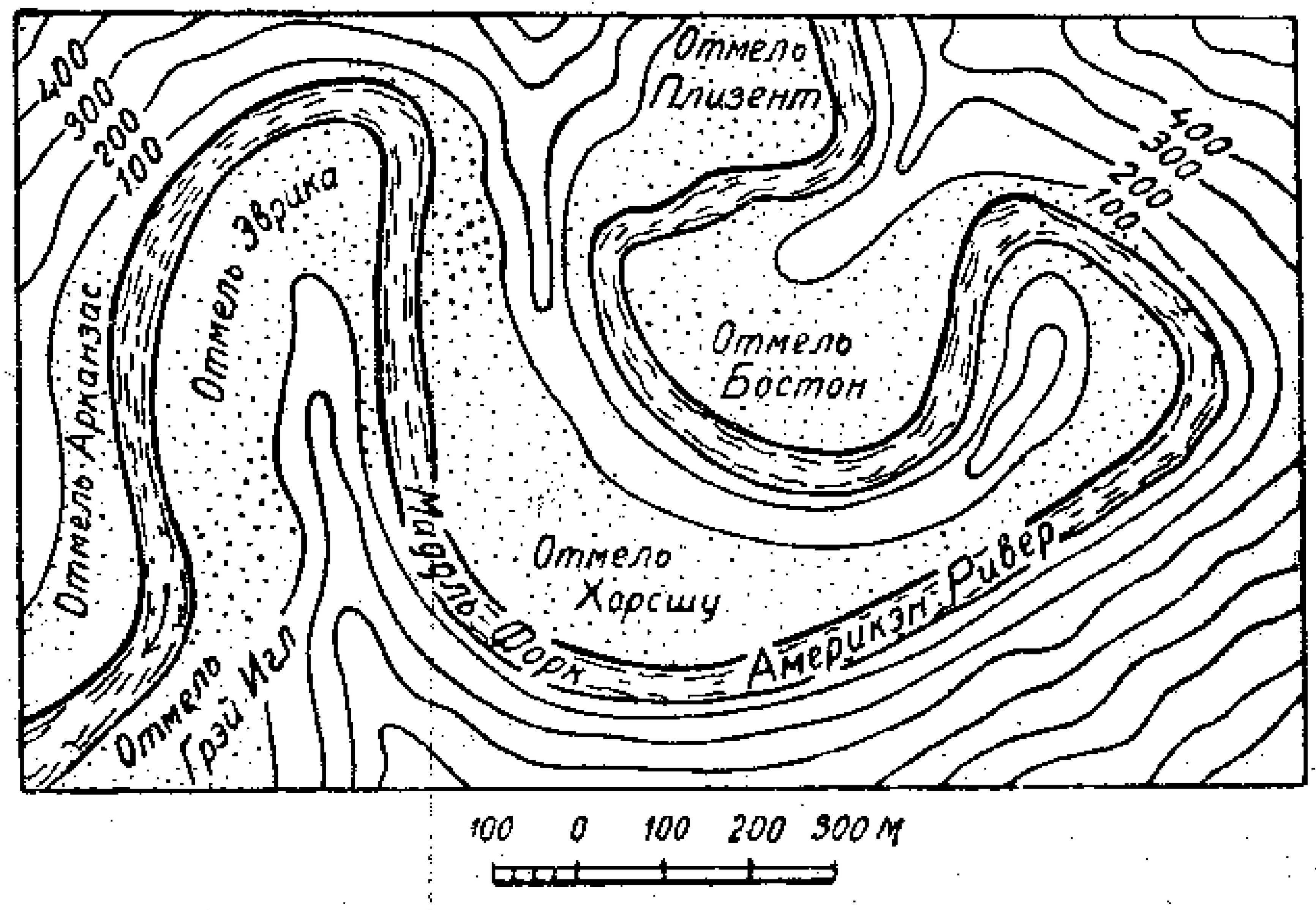

Рис. 7. Бары-отмели—на р. Америкэн-Ривер, Калифорния. Россыпи отложены во внутренней части излучин. По Дэну.

Береговые морские и озерные россыпи образуются деятельностью волн и располагаются узкой полосой

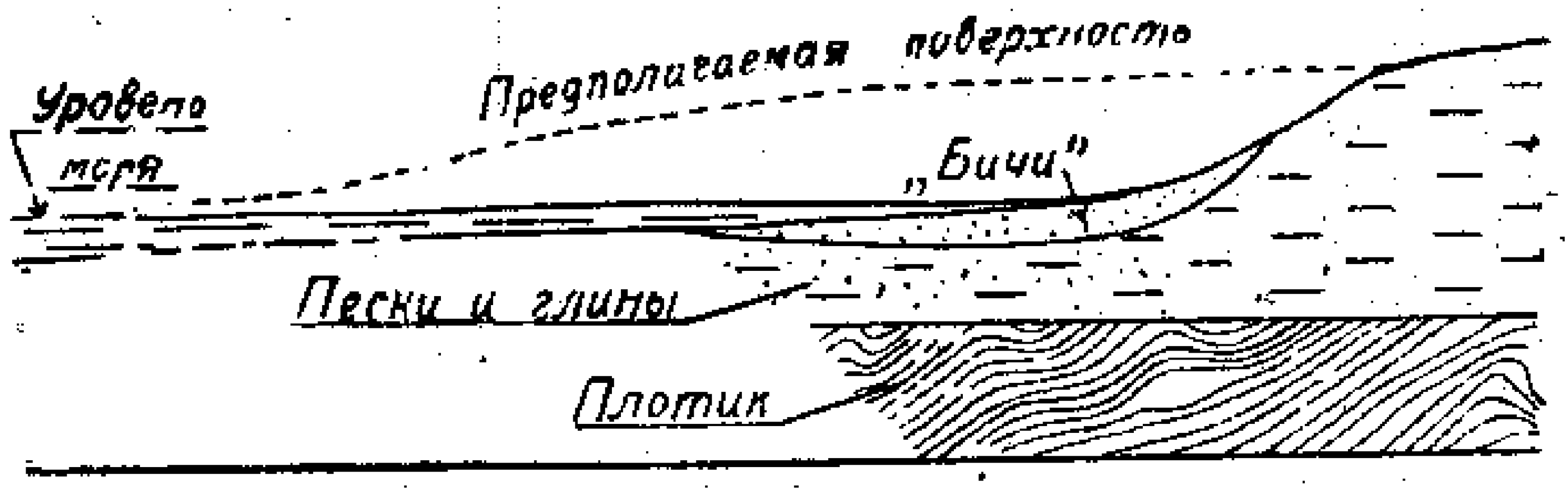

Рис. 8. Схема береговых россыпей. По Колье и Гессу.

вдоль береговой линии. Положительные и отрицательные перемещения береговых линий, зависящие от трансгрессивных и регрессивных движений моря, приводят к чередованию узких обогащенных полосок с бедными и

пустыми, расположенными на разных гипсометрических уровнях (рис. 8).

Полезные ископаемые попадают в береговую россыпь либо из размываемых коренных месторождений, расположенных на берегу, либо из материала, выносимого реками в бассейн и перемещающегося силой бокового течения.

Долинные и террасовые россыпи представляют дальнейшее генетическое развитие русловых россыпей. Русловая россыпь, перекрытая аллювием и залегающая независимо от современного русла, является россыпью долинного типа. В дальнейшем, при врезании русла реки в собственные отложения, долинная россыпь превращается в террасовую.

Все россыпи этих типов в большинстве случаев представляют собой удлиненные плоские тела, вытянутые вдоль долины.

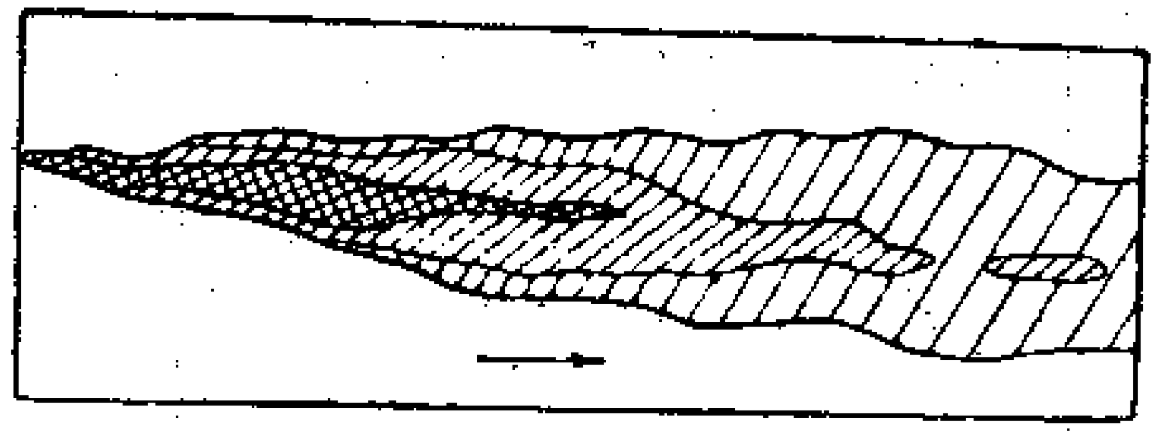

Рис. 9. Закономерное распределение металла в россыпи.

Идеализированная россыпь имеет следующие морфологические черты: верхняя ее часть, так называемая головка россыпи, бывает наиболее узкой, затем, вниз по долине, россыпь расширяется и, наконец, оканчивается более или менее удлиненным овалом. Вместе с тем в головке россыпи пласт обычно хорошо выражен, при незначительной его мощности; нижние же участки россыпи характеризуются увеличением мощности пласта, с постепенным переходом его в торфа. Однако в действительности такие россыпи крайне редки. Если под россыпью понимать всю площадь распространения ценных минералов, то на этой площади обычно выделяются отдельные обогащенные полосы, так называемые «струи», или обогащенные участки неправильной формы. Существуют россыпи выдержанные, в которых обогащенные участки расположены более или менее закономерно, без резких скачков в содержании, ширине, длине и мощ-

ности (рис. 9), и россыпи невыдержанные, с кустовым распределением ценных компонентов (рис. 10). На рис. 9 и 10, представляющих собою схематичные планы с изолиниями содержания металла, изображается типичное распределение металла в тех или иных россыпях (различная штриховка изображает различные содержания металла в россыпи).

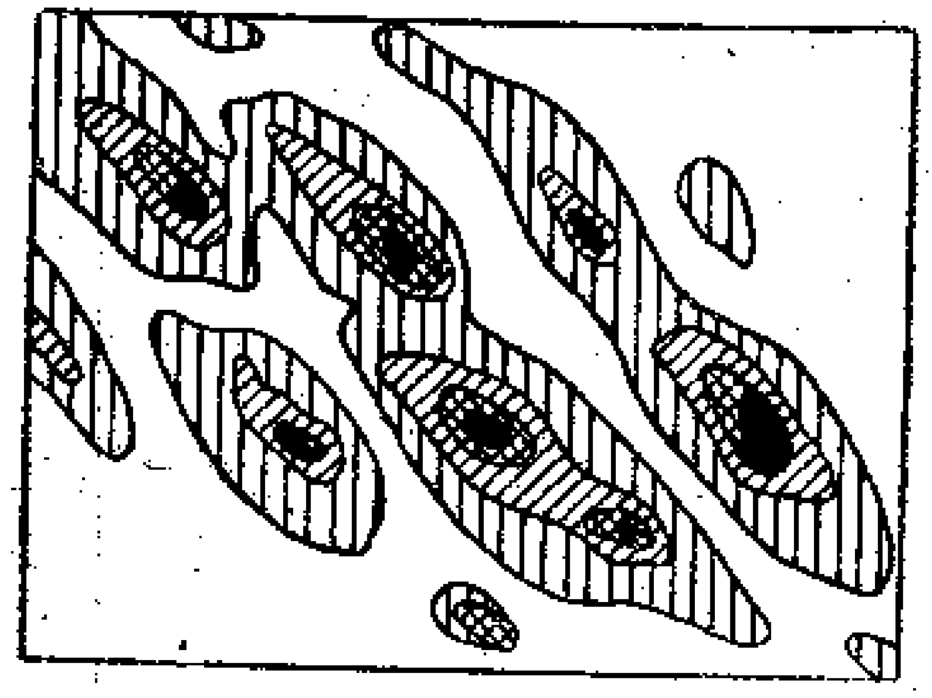

Рис. 10. Кустовое распределение металла в россыпи.

Тот или иной характер распределения ценных компонентов в россыпи зависит от условий, в которых россыпь образовалась, от характера плотика, водного режима реки, характера источников ценных компонентов и т. д.

Глава II

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЛАВНЫХ ЦЕННЫХ МИНЕРАЛОВ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

КАССИТЕРИТ

Химическая формула SnO_2

Касситерит — один из наиболее ценных минералов россыпей, являющийся главной рудой для получения олова. Олово имеет широкое применение в промышленности в виде сплавов со свинцом (третник и припой), с медью и другими металлами (бронзы, баббиты, подшипниковые сплавы и т. д.), идет на приготовление белой жести, оловянной фольги, применяется для лужения. В виде окиси и солей употребляется в посудных изделиях и текстильной промышленности. 63% мировой добычи олова сосредоточено на Малайском полуострове и островах Малайского архипелага, где касситерит добывается из россыпей. Содержание касситерита в россыпях достигает 10—16% (рудник Беатрис в округе Кинта Малайских штатов), но в последнее время считается рентабельной даже разработка месторождений с содержанием менее 240 *г* касситерита на 1 *м*³ породы.

Присутствие небольших содержаний золота в россыпи значительно снижает минимальное промышленное содержание для касситерита; при промышленных же количествах золота выгодно при эксплоатации россыпи извлекать касситерит при любых малых содержаниях, если стоимость извлеченного касситерита покрывает добавочные затраты на доводку его до кондиционного концентрата.

Источники россыпного касситерита. В россыпь касситерит попадает главным образом из пегматитов, кварцевых жил и тому подобных образований, связанных с

гранитами; обычно сопровождается минералами, содержащими бор и фтор, указывающими на его пневматолитическое происхождение. Часто присутствует в ассоциации с сульфидами в рудных жилах.

Диагностика. Касситерит встречается в шлихах в виде неправильных обломков, иногда с хорошо выраженными гранями. Система квадратная. Излом полураковистый, неровный. Спайность несовершенная. Твердость 6—7. Удельный вес 6,9—7,1. Блеск алмазный. Цвет коричневый, черный, серый, иногда красный, желтый. Очень редко бесцветный, прозрачный. Характерна пятнистость окраски, чаще всего заметная в коричневатых и желтоватых зернах. Простым магнитом не выделяется, но иногда темно окрашенный касситерит в некоторых количествах попадает в электромагнитные фракции.

Макроскопически или под бинокуляром касситерит не всегда легко определяется, поэтому, особенно для количественных определений, шлих необходимо подвергать реакции для получения на зернах касситерита характерного для него «оловянного зеркала».

Реакция на «оловянное зеркало». Шлих насыпается тонким слоем (в одно зерно) на цинковую пластинку и заливается концентрированной соляной кислотой. Края цинковой пластинки необходимо загнуть, чтобы кислота не выливалась. Выделяющийся от действия соляной кислоты на цинк водород восстанавливает касситерит, и на поверхности зерен касситерита образуется тонкая серая пленка металлического олова. Если такое зерно потереть о сукно, то оно начинает блестеть («оловянное зеркало»).

В общих чертах химизм реакции следующий:

$$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + 2H^{\cdot};$$

$$SnO_2 + 4H^{\cdot} = 2H_2O + Sn,$$

а в общем виде:

$$2Zn + 4HCl + SnO_2 = Sn + 2ZnCl_2 + 2H_2O.$$

При нагревании восстановление касситерита происходит быстрее и надежнее, так как на холоду иногда не все зерна образуют пленку олова.

При пользовании этой реакцией всегда необходимо иметь в виду, что не только касситерит дает металлическую пленку. По имеющимся к настоящему времени исследованиям, пленки образуются на некоторых минералах свинца и висмута (базобисмутите, церуссите и т. д.). Поэтому минералы, восстановленные реакцией на «оловянное зеркало», необходимо добавочно исследовать на присутствие олова реакцией с какотелином или посредством фосфорно-молибденовой кислоты.

Реакция с какотелином. «Оловянное зеркало» растворяют в нескольких каплях соляной кислоты (лучше с подогреванием). Фильтровальную бумагу смачивают насыщенным водным раствором какотелина и помещают на нее каплю испытуемого раствора. В присутствии олова на желтой от какотелина фильтровальной бумаге образуется фиолетово-красный кружок или кольцо, окаймленное бесцветной зоной.

Открытие олова посредством фосфорно-молибденовой кислоты. Фильтровальную бумагу пропитывают фосфорно-молибденовой кислотой, затем непродолжительное время держат ее над аммиаком, причем образуется фосфорно-молибденовокислый аммоний. Обработанную таким образом фильтровальную бумагу просушивают и помещают на нее каплю испытуемого раствора, полученного аналогичным образом, как и для реакции с какотелином. В зависимости от содержания олова, на фильтровальной бумаге образуется более или менее интенсивное синее окрашивание.

ШЕЕЛИТ

Химическая формула $CaWO_4$

Шеелит—руда на вольфрам. Вольфрам находит очень большое применение при производстве качественных, особо твердых, вольфрамовых сталей для броневых плит, снарядов, быстрорежущих инструментов; употребляется при изготовлении нитей для электрических ламп накаливания; применяется в текстильной промышленности, в рентгеновских трубках, заменяет платину в приборах для контакта и его перерыва. При бурении вольфрам употребляется в виде воломита (карбид твердостью 9,8), заменяющего алмаз.

Шеелит — довольно распространенный шлиховой минерал. Местами он имеет самостоятельный промышленный интерес в россыпях (месторождение Угличикан, Харгинского района, Амурской области), но главным образом

является великолепным поисковым признаком для открытия коренных месторождений в связи с ограниченным пределом транспортировки его в россыпях. Вследствие трудности определения шеелита по его внешнему виду, можно ожидать, что этот минерал присутствует в россыпях чаще и в бо́льших количествах, чем это установлено к данному моменту.

Вопрос о минимальном промышленном содержании шеелита в россыпи является еще открытым, но можно ожидать, что промышленными для самостоятельной разработки окажутся россыпи с содержанием его около 400 *г/м*³.

Для комплексных россыпей, при определении минимума промышленного содержания, действуют общие законы калькуляции стоимости извлечения и общей стоимости добытого минерала.

Источники россыпного шеелита. Шеелит образуется в пневматолитических или гидротермальных условиях и находится в контактово-метаморфических месторождениях в пегматитах или рудных жилах гранитной магмы.

Диагностика. В россыпях шеелит встречается в виде окатанных октаэдрических или табличатых зерен или галек неправильной формы. Сингония тетрагональная. Спайность средняя. Излом неровный, хрупкий. Твердость 4,5—5. Удельный вес 5,9—6,1. Блеск от стеклянного до жемчужного. Цвет белый, желтовато-белый, светложелтый, коричневатый, зеленоватый, красноватый; от прозрачного до просвечивающегося; немагнитный и неэлектромагнитный. Макроскопически и под бинокуляром определяется трудно. Для качественного определения шеелита в шлихе пользуются его свойством яркой люминисценции в катодных, рентгеновских и ультрафиолетовых лучах. Для этой цели употребляют ряд различных лабораторных и переносных полевых облучителей, которые позволяют быстро определять шеелит по его голубому свечению.

Более надежным, а для количественных определений более пригодным, методом распознавания шеелита является получение пленочной реакции на зернах шеелита.

Пленочная реакция на шеелит. 1. Испытуемый шлих кипятится с концентрированной соляной кислотой в фарфоровой чашечке или тигле в течение 5—10 минут, при этом на зернах шеелита образуется желтая трехокись вольфрама (WO_3), своим цветом достаточно

хорошо выделяющая шеелит из общей массы минералов шлиха.

2. Эта же реакция может быть несколько видоизменена, и тогда получаются еще более ясные признаки шеелита. Достигается это тем, что, при кипячении шлиха с соляной кислотой, туда добавляется маленькое зернышко олова, которое, переходя в раствор в виде двухлористого олова ($SnCl_2$), восстанавливает образовавшуюся на шеелите желтую трехокись вольфрама до синего, низшего окисла. В присутствии значительного количества шеелита раствор синеет, а при небольших количествах на стенках фарфоровой посуды, при выпаривании, получаются хорошо заметные синие кольца.

Аналогичные результаты получаются при непосредственном кипячении шлихов в кислом растворе двухлористого олова.

После реакции шлих отмывается от кислоты, просушивается и просматривается под бинокуляром.

ВОЛЬФРАМИТ

Химическая формула $(Fe, Mn)WO_4$

Применяющийся в технике вольфрам почти исключительно добывается из вольфрамита. О применении вольфрама было сказано выше, при описании шеелита. До 80% мировой добычи приходится на юго-восточную часть Азии, где вольфрамит добывается как из жил, так и из россыпей.

Минимум промышленного содержания для россыпей вольфрамита, на основании существующей практики, может быть определен несколько ниже 400 *г/м*³. Так как вольфрамит обладает прекрасной спайностью, то он довольно легко разрушается и в россыпях достигает промышленного значения обычно близ коренных источников, часто в сростках с кварцем.

Источники россыпного вольфрамита. Вольфрамит связан с кислыми изверженными породами (почти исключительно с гранитами); встречается в пегматитах и кварцевых жилах. Пневматогенный вольфрамит присутствует в грейзенах, вместе с топазом, турмалином, касситеритом, молибденитом и др. В гидротермальных кварцевых жилах находится с сравнительно невысокотемпературными минералами, например сульфидами.

Диагностика. В шлихах вольфрамит встречается чаще всего в виде зерен табличатой и неправильной формы. Сингония моноклинная. Спайность совершенная. Излом неправильный. Твердость 5—5,5. Удельный вес 7,2—7,5. Блеск металлический. Цвет темносерый, стальной, серовато-черный. Черта — черная. Простым магнитом не притягивается, электромагнитом извлекается из шлиха полностью. При определении, особенно количественном, трудно безошибочно отличать вольфрамит от иных черных и серо-черных шлиховых минералов. Количественный анализ шлиха на вольфрамит возможен только после пленочной реакции на вольфрамит, после которого вольфрамит хорошо отличается от остальных шлиховых минералов.

Пленочная реакция на вольфрамит. Испытуемый шлих высыпается в фарфоровый тигель, заливается концентрированной серной кислотой и нагревается до температуры выделения густых белых паров серного ангидрида. При этой температуре шлих выдерживается 10—15 минут. Во время кипячения необходимо следить, чтобы серная кислота полностью не выпарилась. От обработки кипящей серной кислотой зерна вольфрамита с поверхности частично разрушаются, и на них образуется серовато-белая, сетчатая пленка, содержащая WO_3. Остаток серной кислоты после кипячения сливается, и шлих промывается слабой соляной кислотой для удаления продуктов разрушения некоторых минералов; особенно необходимо удалить клейкую массу — продукт разрушения ильменита. В промытый шлих добавляется кислый раствор двухлористого олова, который восстанавливает трехокись вольфрама до синего, низшего окисла. После этого в просушенном шлихе темносиние зерна вольфрамита хорошо выделяются из общей массы шлиха.

Разновидности. Вольфрамит относится к изоморфному ряду от гюбнерита ($MnWO_4$) до ферберита ($FeWO_4$); чистые разности этого ряда крайне редки.

МОНАЦИТ

Химическая формула $(CeLaDi)_2O_3P_2O_5$

Монацит служит рудой для добычи тория и церия. Обычно присутствует примесь тория в виде ThO_2 или $ThSiO_4$; содержание ThO_2 доходит до 5—6%, и иногда выше.

Соли тория употребляются при изготовлении сеток для газо- и керосинокалильного освещения.

Металл торий употребляется как примесь к вольфраму при изготовлении нитей для электролампочек и вакуумных трубок радиотелефона. В виде жести имеет применение как антикатод в рентгенотехнике, повышая жесткость и количество лучей. В химии окись тория употребляется как катализатор. Соли тория имеют применение в медицине.

Церий в виде металла самостоятельно употребляется мало; в сплаве с алюминием улучшается его электропроводность; употребляется для электрических аккумуляторов, в фотографии, в сернокислотном производстве (как катализатор), в кожевенной промышленности и в медицине. Область его применения хотя и велика, но спрос удовлетворяется небольшим количеством его, получаемым от отходов монацитовых песков, служащих сырьем для производства окиси тория.

Монацит добывается почти исключительно из россыпей путем простой промывки, при которой он хорошо улавливается благодаря своему высокому удельному весу.

В Америке россыпи монацита считаются промышленными при торфах не выше 3 *м*, мощности пласта не менее 0,25 *м*, содержании монацита в песках не ниже 1% (5 *кг/м*³ песков) и содержании ThO_2 в монаците не менее 3,5%.

В условиях СССР, повидимому, могут явиться промышленными комплексные россыпи золота и монацита при содержании 1400 *г/м*³.

На Балее возникал вопрос о попутной добыче монацита вместе с золотом при гидравлической разработке россыпи с содержанием в ней монацита от 20 до 600 *г/м*³.

Источники россыпного монацита. Как второстепенный минерал распространен в гранитах, гнейсах, аплитах и пегматитах, обычно в небольших количествах, однако в некоторых районах изверженные породы содержат его в таком количестве, что при их разрушении монацит скапливается в россыпях в промышленных концентрациях.

Диагностика. В шлихах монацит встречается в виде мелких окатанных зерен яйцевидной формы. Сингония моноклинная. Спайность по некоторым направлениям от

совершенной до неясной. Излом раковистый до неровного. Хрупкий. Твердость 5—5,5. Удельный вес 4,9—5,3. Блеск приближающийся к смолистому. Цвет бурый, желтовато-бурый, желтый, красновато-бурый; от просвечивающего до непрозрачного.

Ручным магнитом монацит не притягивается, электромагнит извлекает его целиком в слабо-электромагнитную фракцию.

При имеющемся небольшом опыте работы монацит почти безошибочно определяется по его внешнему виду; для подтверждения можно пользоваться реакцией на открытие P_2O_5 молибденовокислым аммонием.

Реакция на открытие P_2O_5 молибденовокислым аммонием. В самом простом виде эта реакция производится следующим образом. На предметном стеклышке раздавливают в порошок несколько зерен испытуемого минерала, добавляют немного порошка молибденовокислого аммония, и на полученную смесь капают 2—3 капли концентрированной азотной кислоты. После непродолжительного нагревания на спиртовой горелке смесь приобретает яично-желтый цвет от образовавшегося в результате реакции молибденово-фосфорного аммония. Реакция очень ясная, но пользующимся ею впервые рекомендуется проделать ее вначале без испытуемого минерала, так как от воздействия азотной кислоты молибденовокислый аммоний тоже приобретает слегка желтоватый оттенок, который все же невозможно спутать с цветом яичного желтка, получаемым в присутствии монацита.

ЦИРКОН

Химическая формула $ZrSiO_4$.

Циркон — руда на цирконий. Цирконий находит применения для изготовления сталей необычайной твердости (для брони, снарядов и т. д.), употребляется в рентгенографии, при изготовлении газокалильных колпачков; в химической промышленности—для изготовления эмалей огнеупорной и кислотоупорной посуды. В последнее время цирконий стал применяться в авто- и авиапромышленности. Главнейшими месторождениями циркона являются россыпи о. Цейлона, Нигерии, Бразилии и Флориды. В Советском Союзе россыпи циркона известны на Урале (Миасс, Вишневые горы), на Памире, в районе

Мариуполя и, как обычный спутник золота, во многих россыпях. Промышленный минимум содержания циркона еще не установлен, но, во всяком случае, россыпи с содержанием 2 $кг/м^3$ заслуживают большого интереса.

Источники россыпного циркона. Частый акцессорный минерал ряда изверженных пород, особенно гранита, сиенита, диорита. При разрушении некоторых разновидностей щелочных и кислых пород, богатых цирконом, образуются промышленные скопления в россыпях.

Диагностика. В россыпях циркон встречается в виде идиоморфных, часто с двойными концами, или расколотых зерен. Сингония тетрагональная. Вид призматический, кончающийся простыми пирамидами или в виде коротких дипирамид. Спайность — несовершенная. Излом раковистый, хрупкий. Твердость 7,5. Удельный вес 4,68—4,7. Блеск алмазный, стеклянный. Обычно бесцветный, прозрачный, иногда окрашен в бледножелтый бурый, серый, зеленый, розовый и красный цвета. В зернах минерала часто наблюдаются включения жидкости, стекол, минералов (апатит, ксенотим и редкие земли). Группы включений производят впечатление облачности. Немагнитен и неэлектромагнитен; определяется легко по его внешнему, довольно характерному виду. Проверка может быть произведена под микроскопом по оптическим константам: показателю преломления (ε=1,9682, ω=1,9239), одноосности и положительному знаку. Если встречается в шлихе в значительном количестве, то в проверке обычно нет необходимости благодаря обычно присутствующим, хорошо выраженным и характерным кристаллическим формам.

КОЛУМБИТ—ТАНТАЛИТ

Химическая формула $(Fe, Mn) (Nb, Ta)_2 O_6$

Содержание Nb_2O_5 изменяется от 0 до 82,7%, Ta_2O_5 от 0 до 86,1%.

Минералы добываются для извлечения из них тантала и ниобия. Ниобий находит незначительное применение при изготовлении нитей для электрических лампочек и газокалильных колпачков. Тантал, кроме того, применяется также для сплава с железом (часовые пружины, сверла, выпрямители постоянного тока, для зубоврачебных инструментов). Соединения железа с танталом не

ржавеют и сохраняют полировку даже во влажной атмосфере. Главная масса тантала добывается из колумбита. Промышленные россыпи колумбита установлены в провинции Плато в Нигерии и Гринбуше в Западной Австралии. В Советском Союзе россыпи колумбита известны по р. Санарке на Урале, в Забайкалье—вместе с касситеритом и вольфрамитом, в Баргузинской тайге—вместе с золотом. В Баргузинской тайге минимум промышленного содержания колумбита для самостоятельной дражной разработки определяется около 30 $г/м^3$ массы наносов.

Источники россыпного колумбита—танталита. Минералы встречаются в виде мелких вкрапленников в изверженных породах, главным образом кислых и щелочных: гранитах, сиенитах; кроме того, часто присутствуют в пегматитах вместе с бериллом, касситеритом, самарскитом и вольфрамитом.

Диагностика. Встречаются в россыпи в виде отшлифованных зерен и галек серого или блестящего черного цвета. Сингония ромбическая. Призмы и двойники часто с перьевидной штриховкой. Спайность довольно, ясная. Излом раковистый до неровного. Хрупкий. Твердость 6. Удельный вес: колумбита 5,3; танталита 7,3; варьирует смотря по химическому составу. Блеск полуметаллический, часто очень блестящий, полусмолистый. Цвет—различные оттенки серовато- и буровато-черного. Непрозрачный, иногда просвечивает по краям. Черта—темнокрасная до черной. Простым магнитом не притягивается; электромагнитом из шлиха извлекаются все зерна. Под бинокуляром шлиховые зерна колумбита—танталита легко могут быть пропущенными, особенно в шлихе, изобилующем черными минералами. Поэтому, для качественного, особенно же для количественного, определения колумбита—танталита необходимо применение пленочной реакции[1].

П л е н о ч н а я р е а к ц и я н а т а н т а л и н и о б и й. Техника выполнения реакции та же, что и на вольфрамит (см. выше). Обычно на тантало-ниобаты и вольфрамит реакция производится одновременно во всей массе испытуемого шлиха. В результате обработки серной кислотой на зернах тантало-ниобатов образуется серовато-белая устойчивая пленка пятиокиси тантала и ниобия.

[1] Разработана в шлихо-минералогической лаборатории НИГРИ-Золото под руководством В. А. Н о в и к о в а.

Тантало-ниобаты отличаются от вольфрамита тем, что пленка на них не изменяет своего цвета от действия двухлористого олова. При количественных определениях тантало-ниобатов надо иметь в виду, что от обработки серной кислотой получается некоторая потеря в весе, тем бо́льшая, чем длительнее обработка серной кислотой и чем мельче зерна тантало-ниобатов. Это обстоятельство, при высокой ценности тантало-ниобатов, необходимо учитывать при выводе среднего содержания.

ПРОЧИЕ ШЛИХОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

Описанные выше минералы вместе с золотом и металлами платиновой группы составляют наиболее ценный комплекс шлиховых минералов. Свойства золота, его ценность и диагностика общеизвестны, поэтому в данном руководстве они не описываются. Платина и металлы платиновой группы — иридий, осмий и палладий — благодаря своим физическим свойствам и внешнему виду при опробовании легко обнаруживаются; учет их в полевых условиях совершенно обязателен под общим наименованием «металлы платиновой группы»; точное же определение этих металлов производится в лабораторных условиях специальными исследованиями. Остальные же ценные шлиховые минералы редко являются объектами опробования россыпей и, главным образом, служат поисковыми признаками при поисках и разведках коренных месторождений. Сведения о них можно получить в ряде других работ, и поэтому они здесь не описываются.

В последнее время получили распространение поисковые и опробовательские работы на алмазы, но так как эти работы во многом отличаются от методов, применяемых на более обычный ценный комплекс россыпей, и, кроме того, вопросы методики и техники опробования на алмазы еще в достаточной степени не установлены, то в настоящем руководстве они не освещаются.

Глава III

ОПРОБОВАНИЕ ПРИ ПОИСКОВЫХ РАБОТАХ

Поиски россыпных месторождений производятся легкоподвижными партиями на больших площадях и являются тесно связанными с работами по общему геологическому изучению района.

Опробование при поисковых работах производится с целью обнаружения россыпей с содержанием, заслуживающим постановки дальнейших, более детальных, разведочных работ.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К РЕЗУЛЬТАТАМ ПОИСКОВОГО ОПРОБОВАНИЯ

Значительный размер территорий, подлежащих исследованию при маршрутных геолого-поисковых работах, связанная с этим быстрота продвижения партии и отсутствие, ради легкоподвижности, различного рода механизмов, применяющихся при проходке разведочных и горных выработок, не позволяют в процессе поисковых работ заниматься проходкой больших разведочных выработок, прорезающих всю мощность наносов. Вследствие этого результаты поискового опробования не могут претендовать на полное и надежное освещение исследуемой территории, особенно в районах развития мощных аллювиальных отложений.

Ограничиваясь изучением только верхнего слоя рыхлых отложений, поисковое опробование все же может констатировать отсутствие или наличие на исследуемой площади тех или иных полезных ископаемых. Таким образом определение минералогического состава россыпи является необходимым требованием, предъявляемым к поисковому опробованию.

Так как в поисковых условиях могут применяться лишь наиболее примитивные методы опробования, а также вследствие относительно весьма небольшого веса отбираемых проб, точность получаемых количественных результатов обычно невысокая.

МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ОПРОБОВАНИЯ

По ходу поискового маршрута в ряде пунктов производится опробование наносов. Пробы отбираются либо непосредственно с земной поверхности: из русла рек, береговых обнажений аллювия, из материала кос и отмелей, либо из небольших закопушек до 0,6 *м* глубиной в элювиально-делювиальных и аллювиальных отложениях.

Густота точек пунктов опробования определяется производственным заданием, масштабом, в котором производится работа, и геологическими соображениями о необходимости опробования тех или иных пунктов.

При выборе точки взятия пробы необходимо руководствоваться соображениями, позволяющими определить степень возможности концентрации ценных компонентов в данном пункте. Пробу всегда нужно брать из мест, где возможно ожидать наибольшую концентрацию ценных минералов.

Наиболее удобными и доступными местами отбора проб при поисках являются косы и намывные острова современных рек. Из числа встречающихся при маршруте кос следует главное внимание останавливать на косах, располагающихся на внутренней стороне крутых излучин реки. На прямолинейных отрезках протяжения русла или же в случаях сложного разветвления его на ряд рукавов необходимо предпочтительно останавливаться на косах, расположенных в полосе замедленного течения или же омываемых направленными к берегу струями.

В пределах каждой выбранной косы проба отбирается прежде всего в ее головке, как на участке наиболее вероятного максимального обогащения. При незначительном протяжении косы этой одной пробой можно и ограничиться. Однако в случае длинных по протяжению и значительных по ширине кос требуется отобрать еще 1—2 контрольных пробы для последующего сравнения результатов качественного анализа. Такие контрольные пробы следует отбирать ниже (по течению) головки косы, но не выходя за грань верхней половины протяже-

ния косы; при этом предпочтительно следует выбирать точки контрольного опробования, либо занимающие наиболее высокое гипсометрическое положение в профиле косы, либо располагающиеся ближе к борту террасы (или коренного берега, если отсутствуют террасы).

Вообще при выборе точек опробования на площадях кос и намывных островов следует руководствоваться теми соображениями, что наиболее обогащенные участки будут располагаться: а) в местах скопления крупного галечника или валунника; б) вблизи наиболее густого растительного покрова на поверхности намывных площадей; в) на наиболее высоких точках профиля кос; г) на участках, располагающихся ближе к борту террас или коренного берега, и д) на отрезках протяжения кос, располагающихся в полосе ослабленного течения. Этими положениями надлежит руководствоваться во всех случаях, а особенно — при поисках на россыпи комплексного состава, когда максимумы обогащения различных минеральных компонентов россыпей могут пространственно не совпадать между собою.

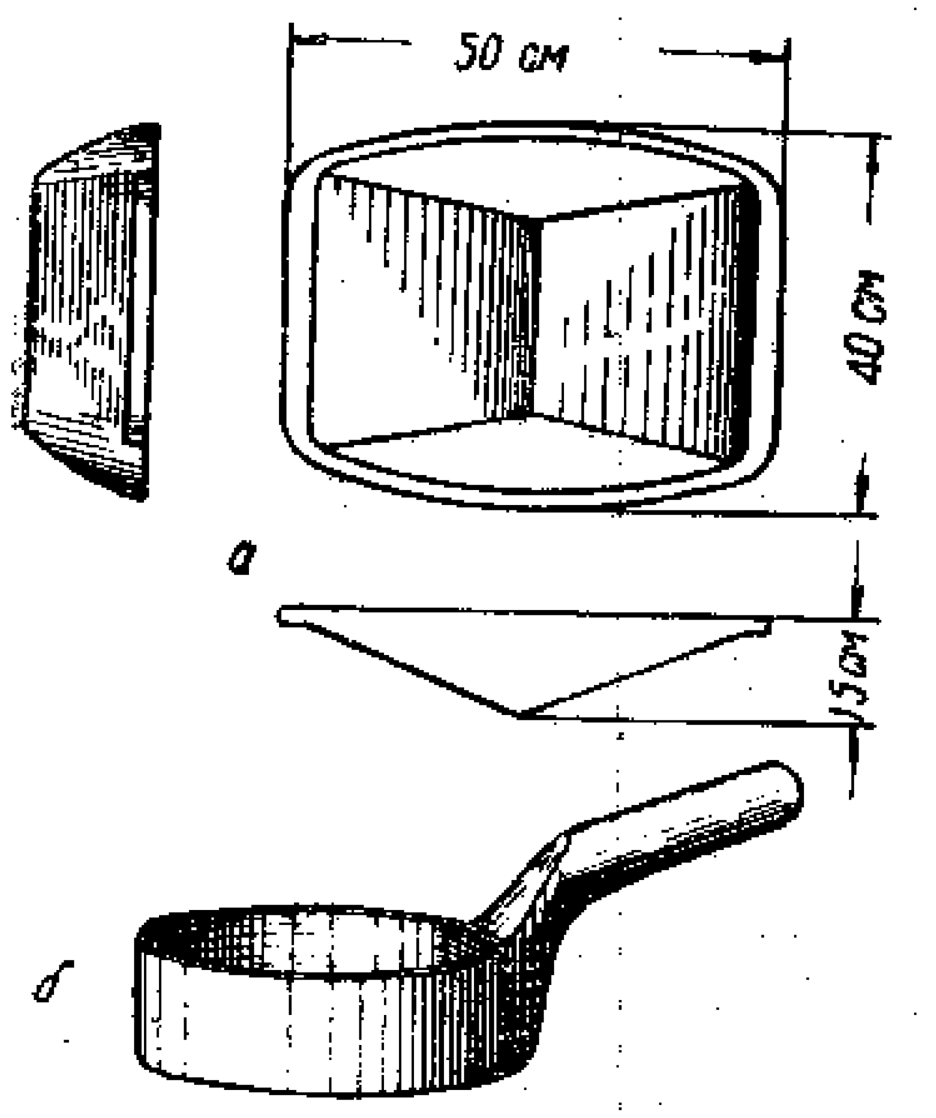

Рис. 11.
а—деревянный лоток; б—азиатский ковш.

При опробовании золотоносных кос и намывных островов важно не пропускать тех из них, которые располагаются в устьевых частях боковых притоков, а также непосредственно ниже впадения этих притоков в главную реку. Равным образом необходимо проводить опробование ниже (по течению) размываемых оползней и обвалов, ограничивающих современную долину рек.

Во всех перечисленных участках чаще всего можно ожидать естественную концентрацию зерен тяжелых ценных компонентов россыпи, и, следовательно, создается наибольшая вероятность обнаружить пробой присутствие в наносах полезных ископаемых.

Поисковое опробование маршрутного характера производится двумя способами: «лотковым» и «ковшевым». Эти термины вошли в обиход вследствие того, что основная операция опробования — промывка пробы руды — производится либо на лотке — в районах Сибири, Якутии и Дальнего Востока, — либо в ковше — на Урале (рис. 11).

Промывка

Цель промывки сводится к выделению из пробы той ее составной части, зерна которой обладают повышенным удельным весом, по сравнению со всей массой породы в пробе.

Остаток после промывки, состоящий из минералов с повышенным удельным весом (концентрат), называется «шлихом». Цвет шлиха, в зависимости от минералогического состава, бывает черным, красным, желтым, серым и т. д. В золотоносных районах, благодаря присутствию в шлихах значительного количества темно окрашенных рудных минералов, хорошо отмытый шлих именуется «черным», а шлих, засоренный легкими, обычно светло окрашенными, минералами,—«серым». Эти термины для большинства россыпей можно считать показательными в отношении степени чистоты отмывки шлиха от нерудных минералов.

Промывка производится в реке или в ином естественном водоеме; если близ пункта отбора пробы вода отсутствует, то пробу переносят к ближайшему водному бассейну. На берегу выбирается место такой глубины, чтобы лоток, поставленный на дно, покрывался водой на несколько сантиметров выше бортов. В пункте промывки желательна проточная вода с слабым течением, для сноса мути, образующейся при промывке пробы.

Лоток, наполненный материалом пробы, опускается в воду и энергично перемешивается специальным скребком. Перемешиванием преследуется цель полной дезинтеграции материала. Особенно важно очистить крупную гальку от глинистой примазки, которая часто бывает обогащена золотом. Иногда примазка при перемешивании скребком не счищается, тогда гальку приходится обмывать руками, соблюдая предосторожность, чтобы весь материал с гальки попал обратно на лоток. Крупная чистая галька отбирается руками и, после осмотра, выбрасывается в отвал. Затем лоток берется двумя ру-

ками за борта, и, не вынимая из воды, ему придаются сотрясательные и колебательные движения. При этом частицы тяжелого удельного веса просеиваются на дно лотка, а наверху остаются наиболее легкие. Верхний слой осторожно, рукой или скребком, сгребается в отвал, после чего лотку опять придают сотрясательные движения и т. д. Подобное сокращение промываемого материала производят до тех пор, пока в лотке не останется примерно одна треть от первоначального объема пробы. С этого момента удаление легкой фракции пробы производится смывающей силой воды. Достигается это следующим образом: в лоток зачерпывается немного воды, и после нескольких сотрясений лоток довольно резко притягивается к себе и сразу же в противоположную сторону, с легким наклоном лотка от себя. При этом плоскость лотка работает как плоскость промывного шлюза (с некоторыми элементами работы стола Реттингера), и стекающий с лотка тонкий слой воды уносит с собой наиболее подвижную легкую часть материала пробы.

Промывку можно продолжать до тех пор, пока в лотке не останется только самая тяжелая часть шлиха, а в присутствии золота—чистое золото, почти без примесей.

Однако в конечный момент промывки, так называемой «доводки» шлиха, при которой последний окончательно очищается от засоряющих его легких минералов, теряется значительное количество ценных минералов, поэтому, при поисковых работах на группу «редких минералов», «доводить» шлих нельзя. Промывку необходимо прекращать, когда в момент смыва на плоскости лотка замечается подвижность шлиховых минералов и появляется угроза их сноса. Хорошим индикатором для определения конца промывки является подвижность граната, а в россыпях, где гранат отсутствует,—минералов близкого к нему удельного веса.

В азиатском ковше промывка производится следующим образом: ковш, наполненный породой, опускается в воду так, чтобы вода покрывала ковш не более чем на 1—2 *см*. Ковшу придаются колебательные движения взад и вперед, с последующим круговым движением. Легкие частицы при этом вымываются, а тяжелые оседают на дно. Начало промывки сопровождается прогребанием породы с выбрасыванием в отвал крупной хорошо отмытой гальки. Мелкая галька сгребается рукой в отвал из ковша, наклонно поставленного на берег.

После удаления гальки промывка производится исключительно круговыми движениями, при которых вода, зачерпнутая в ковш, вымывает легкие зерна через край ковша. Ковш при этом держится с наклоном, тем бо́льшим, чем меньше остается материала в ковше.

Для того, чтобы научиться владеть лотком или ковшом, необходимо понаблюдать работу опытного промывальщика, а затем поупражняться в промывке пробы с золотом. Никакие самые подробные описания не могут заменить того эффекта, который достигается личной промывкой нескольких проб.

После промывки от пробы остается небольшое количество шлихового материала. Выход шлиха зависит от пород, распространенных в бассейне. Наибольший выход дают кристаллические и метаморфические породы, а наименьший—осадочные. В районах распространения некоторых кристаллических сланцев выход шлиха достигает 100 *кг/м*³, преобладающие же значения выходов заключены в пределах 0,5—5 *кг/м*³.

В шлихах, получаемых от промывки пород, концентрируется бо́льшая часть полезных компонентов из общего весового количества, присутствовавшего в исходном материале. Снос ценных минералов в хвосты при достаточно опытном промывальщике не достигает значительной величины, особенно если промывальщику дать задание не доводить промывку до состояния хорошо отмытого шлиха.

Анализ шлихов на ценные компоненты полагается производить в полевой или стационарной шлиховой лаборатории, так как в сером, недоведенном шлихе, без соответствующей его обработки, ценные компоненты нелегко обнаружить, особенно при малом их количестве и незначительном размере зерен.

Однако для представления о металлоносности опробуемых наносов, а также и для представления о минералогическом составе шлиха непосредственно в поле, полученный серый шлих целесообразно довести до черного, но непременно с тщательным сбором смываемого при этом материала для лабораторного анализа. В получаемом таким образом черном[1] шлихе концентрируются наиболее тяжелые ценные минералы, и, при их ощутимом количестве в пробе, они более или менее легко мо-

[1] Под «черным» шлихом понимается предельная степень концентрации пробы, а не его физический цвет.

гут быть определены, что сразу же дает качественное представление о ценном комплексе россыпи. Количественное же содержание ценных компонентов возможно определить только после шлихового анализа всего шлиха, полученного из пробы до доводки.

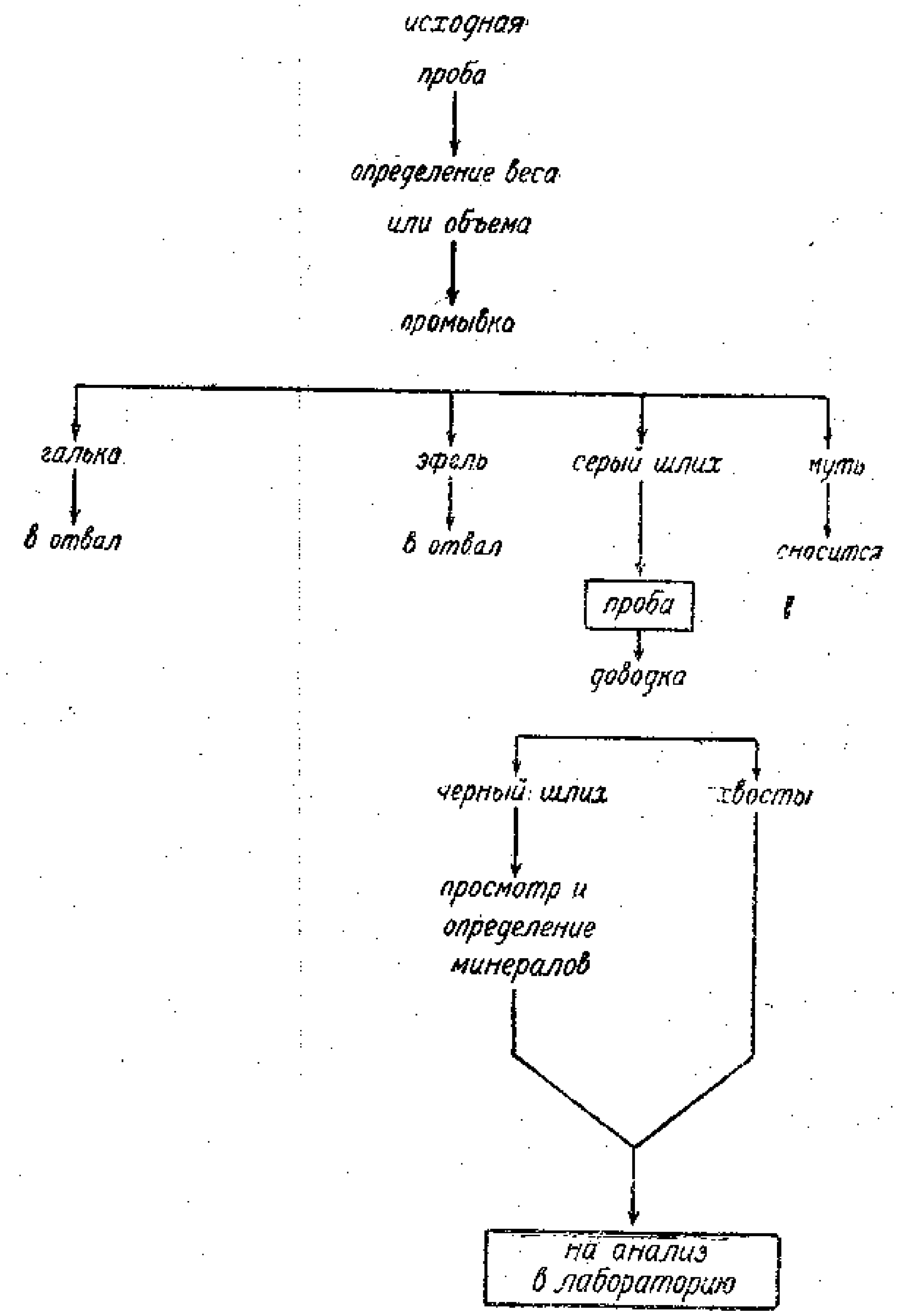

Схема 1.

Здесь приводится общая схема лоткового или ковшевого опробования россыпей при поисковых работах. Представление о содержании ценных компонентов тем надежнее, чем больше объем исходной пробы, однако

поставленные перед поисковым опробованием задачи могут быть удовлетворительно решены промывкой двух лотков (примерно 30—35 *кг*). Шлих, полученный от этого количества материала, просушивается на воздухе или на солнце и высыпается в мешочек размером 5×15 *см*.

В мешочек кладется и этикетка пробы следующего характера:

1. Наименование партии . . . 2. Бассейн реки . . . Река . . 3. Местоположение пробы . . . 4. Объем или вес пробы . . 5. Вид промывки . . . 6. Характер шлиха . . . . . .

Число Подпись

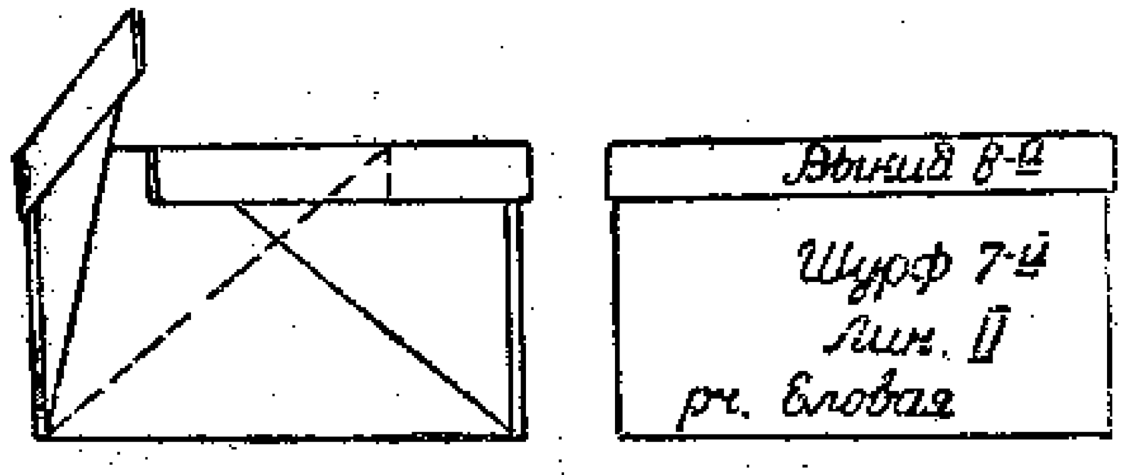

Рис. 12. Вид бумажной капсулы.

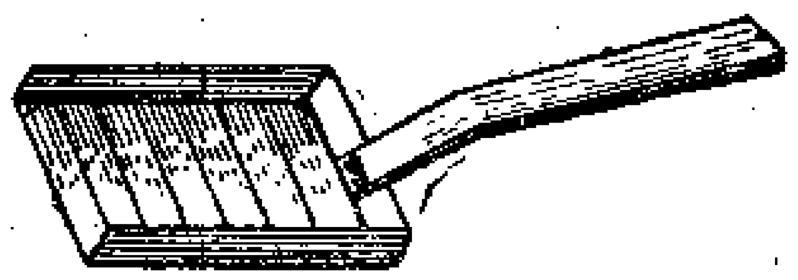

Рис. 13. Совок.

Если от серого шлиха отмывался черный шлих для полевого определения минералов, то последний помещается в капсулу и прикладывается к серому шлиху в тот же мешочек (рис. 12).

Список инвентаря и материалов для поискового опробования:

1. Лоток или ковш.
2. Скребок.
3. Лопата.
4. Мешочки для шлихов.
5. Бумага для капсул.

Иногда при косовом опробовании, чтобы не сносилось мелкое золото, в лоток или в ковш при промывке добавляется немного ртути. После промывки собирают ртуть и амальгаму, отжимают ртуть через замшу, а амальгаму разваривают азотной кислотой или отжигают в совке на костре до выделения свободного золота. Для этого необходимы следующие материалы:

1. Ртуть.
2. Замша.
3. Совок (рис. 13).
4. Фарфоровые выпаривательные чашки.
5. Азотная кислота.

Глава IV

ОПРОБОВАНИЕ ПРИ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ

Разведочные работы выполняются путем шурфования и бурения россыпи. Помимо данных о мощности наносов, характера отложений, развития мерзлоты и т. д., разведочные выработки поставляют материал для опробования россыпи. Опробованием определяются граница между торфами, пластом и плотиком и содержание ценных компонентов. Соответствующая интерпретация данных опробования позволяет определить бортовые контуры россыпи и подсчитать запасы полезных ископаемых в россыпи.

Свойства россыпи — механический состав, промывистость, характеристика полезных компонентов, характер распределения полезных ископаемых по вертикали и в горизонтальном направлении, выявляемые в процессе опробования,—дают материал для выбора технологических схем при эксплоатации россыпей.

Таким образом результаты опробования являются в значительной степени решающими при промышленной оценке месторождения, и, следовательно, совершенно очевидна необходимость тщательного и серьезного производства опробовательских работ, исключающая возможность получения ошибочных или неточных данных.

Трудность опробования россыпей обусловливается относительно ничтожным содержанием в россыпи полезных ископаемых. Помимо относительной убогости, специфичность опробования россыпей заключается еще в том, что в большинстве случаев невозможно произвести повторное опробование разведочной выработки и при обнаруженных дефектах опробования разведочную выработку приходится проходить вновь.

Поисковое опробование при разведочных работах на золото имеет некоторые отличия от опробования на комплексную ценность.

ОПРОБОВАНИЕ НА ЗОЛОТО

Золото благодаря своему тяжелому удельному весу, находится в более благоприятных условиях сравнительно с другими ценными компонентами и менее подвержено различным случайностям, вносящим искажение в результаты опробования. Соответствие содержания золота, определенного по пробе, истинному содержанию в исходном материале россыпи зависит главным образом от объема пробы, т. е. чем объем пробы больше, тем точнее и надежнее полученный результат.

Объем пробы можно рационально увеличивать только до известного предела, начиная с которого дальнейшее увеличение объема приводит к очень медленному повышению точности определения содержания полезных компонентов в россыпи (гиперболический закон).

Опробование шурфов

В россыпях, разведываемых шурфованием, при отсутствии других ценных компонентов, кроме золота, вслед за углубкой идет и промывка проб. При большом объеме разведки промывка проб поручается особым партиям, а при небольших разведках выполняется теми же работниками, которые ведут и углубочные работы.

Порода из шурфа выкладывается на поверхность в отдельные кучи с каждых 20 *см* углубки. Эти так называемые «выкиды» предназначаются для валовой промывки и располагаются в определенном порядке, чаще всего концентрическими кругами вокруг шурфа, с нумерацией выкидов по часовой стрелке. Валуны и крупная галька из каждого выкида выкладываются отдельно сзади выкида, для определения процента каменистости россыпи.

Сложенный отдельно валунник измеряется в объеме с помощью специально изготовленных мерных ящиков, путем обмера всей вынутой их массы или, наконец, глазомерно (в крайнем случае, за невозможностью более точных измерений); данные замера фиксируются в запи-

сях и позднее выражаются в процентах к объему всей вынутой из шурфа породы.

Если выкладываемый при углубке шурфа валунник залегает в золотоносном пласте россыпи, то его обязательно следует очистить от обволакивающей тонкообломочной массы (глины, связанного песка, мелкой гальки и пр.) и опробовать эту массу промывкой на вашгерде или лотке. Результаты этой промывки должны быть учтены при установлении содержания россыпи по разведочным данным в качестве поправки.

Предварительная промывка. После проходки шурфа или одновременно с углубкой производится предварительный отбор некоторого количества, обычно около 0,02—0,04 $м^3$ (1—2 ендовки) породы из выкида, для промывки, с целью установления золотоносности горизонтов и определения границ пласта. При зимней шурфовке, для предварительной промывки, на выкидах раскладывается костер, и оттаявшая порода набирается в ендовку (рис. 14).

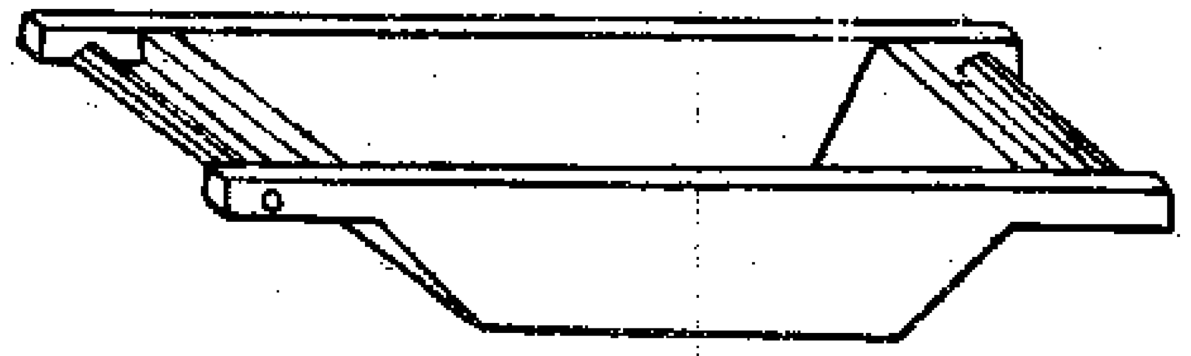

Рис. 14. Вид ендовки.

Предварительная промывка производится в лотке или в ковше, причем зимой предпочтительнее работать с ковшом, который можно держать за ручку, и не мочить руки в холодной воде. Промывка производится в любом естественном или искусственном водоеме, желательно близ шурфов. При больших промывочных работах целесообразно ставить палатку с железной печкой, так как промывка на холоду крайне затруднительна. В случае более значительных по объему проб в утепленной палатке или избушке можно поставить вашгерд, с помощью которого промывка проб производится быстрее.

Вашгерд (рис. 15) представляет собой широкий мелкий ящик без задней стенки. Для стока воды и сноса легких частиц вашгерд устанавливается с некоторым наклоном. Дно вашгерда гладкое и плотное. В голове вашгерда имеется перегородка, через которую вода поступает в вашгерд широкой струей, равной ширине вашгерда.

Для питания вашгерда водой в голове вашгерда устанавливаются бак или бочка, в которые вода накачивается помпой или наливается черпаком. При промывке пробы на дно вашгерда засыпается ендовка породы и через головку вашгерда пускается вода.

Вода размывает породу, и золото при этом, как наиболее тяжелое, стремится занять нижнее положение. Промывальщик, стоя на дне вашгерда, помогает действию воды, сгребая скребком крупные частицы в хвосты и подгребая к головке вашгерда золотоносные пески со дна вашгерда. Когда породы в вашгерде остается мало, промывальщик уменьшает струю воды и доводит породу до золота, манипулируя доводным скребком, щеткой и, наконец, ладонью. В результате промывки на вашгерде остается золото с небольшим количеством

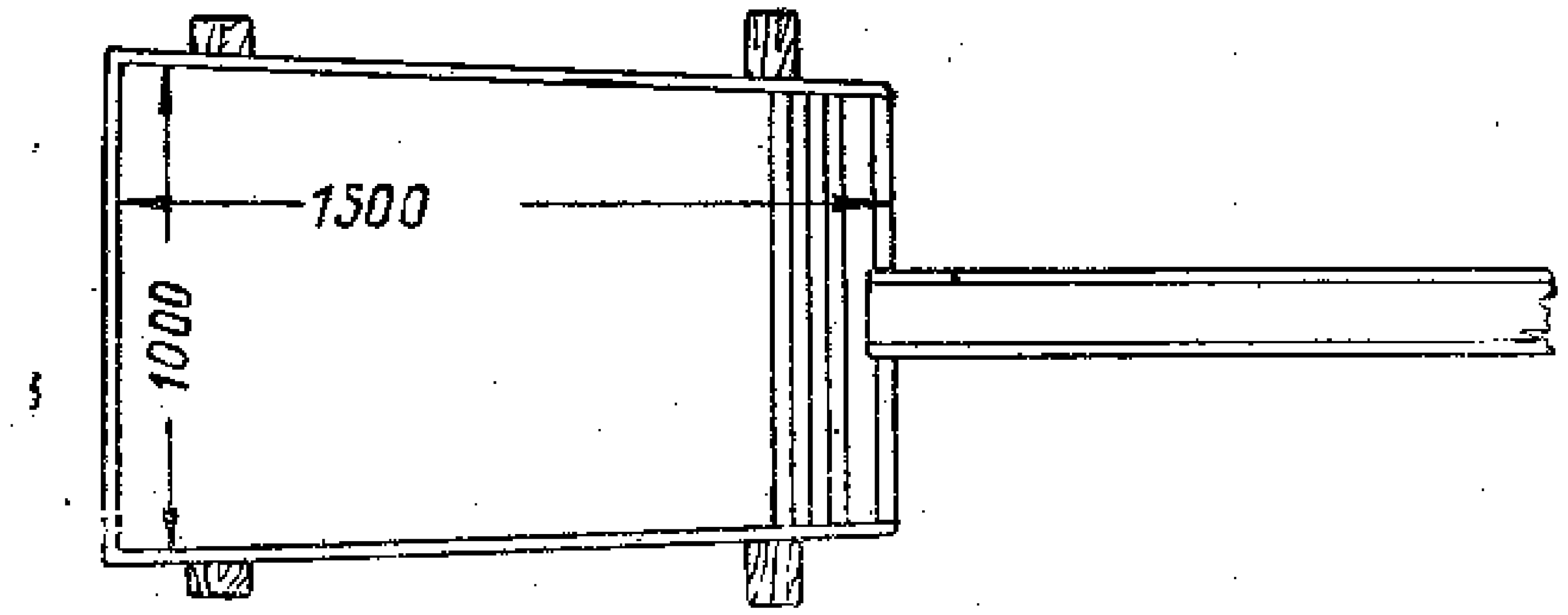

Рис. 15. Вашгерд (вид сверху).

шлиха. Для уменьшения сноса золота в момент доводки к промываемому материалу добавляется некоторое количество ртути.

В случае доводки без ртути золото собирается на совок, очищается магнитом от магнетита и железного лома, просушивается и укупоривается в капсулу.

По результатам промывки определяются пласт, торфа и почва, после чего двадцатки[1] поступают на валовую промывку для определения содержания.

Валовая промывка. Учитывая неравномерное содержание золота, результаты ендовочной предварительной промывки нельзя считать достаточными для определения среднего содержания.

При стандартных размерах шурфов с одного выкида

[1] Синоним выкидов.

получается примерно 0,5 $м^3$ породы. Все выкиды пласта подлежат валовой промывке. Иногда берут в промывку соседние с пластом верхний и нижний выкиды. Торфа обычно не промываются, но в случае некоторой их золотоносности, на полигонах, предназначенных для дражной или гидравлической эксплоатации, производится валовая промывка выкидов с объединением их в одну пробу.

Валовая промывка производится на вашгерде, бутаре или американке.

Б у т а р а (рис. 16). Производительность бутары больше, чем вашгерда, но съемка золота значительно сложнее, поэтому на бутаре выгодно мыть только боль-

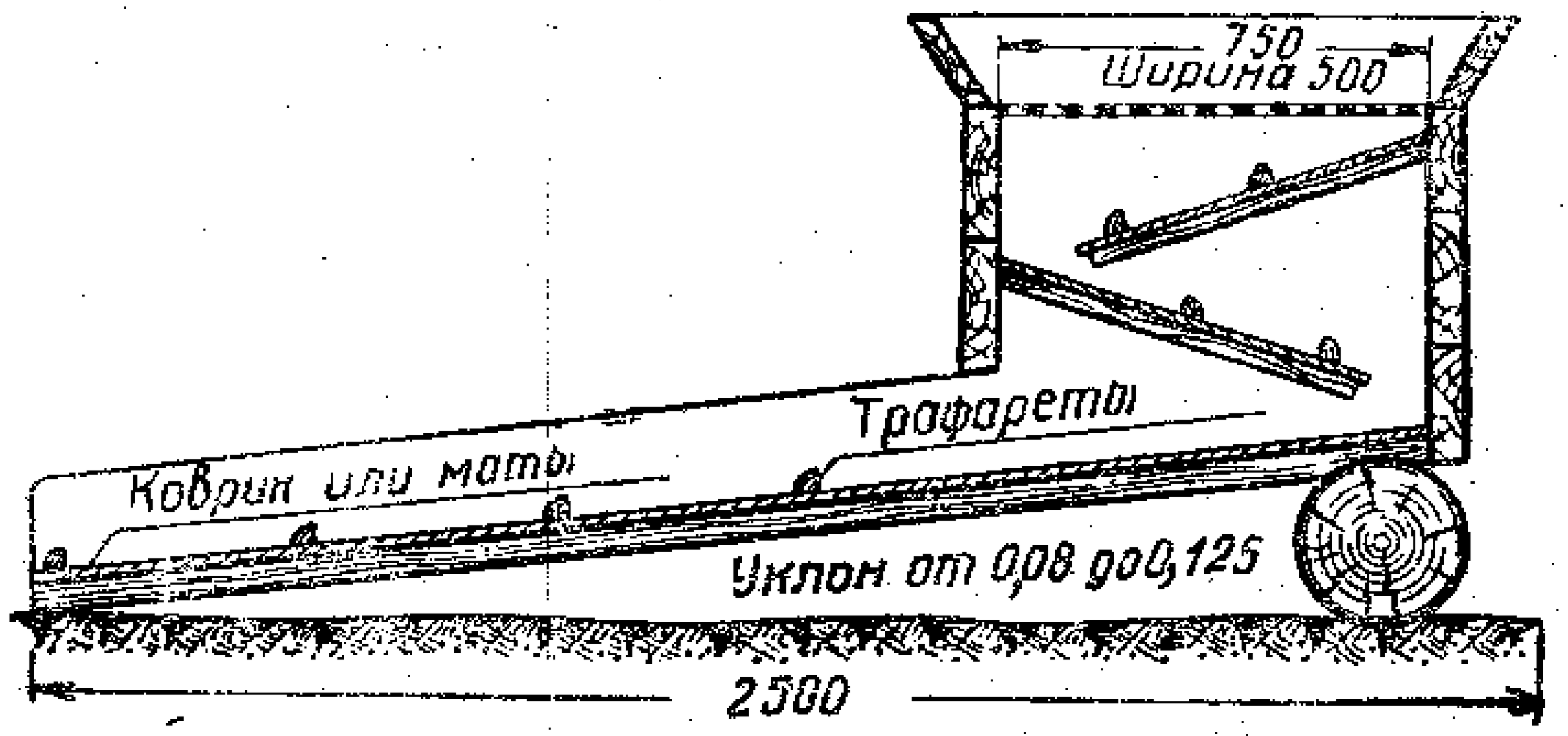

Рис. 16. Бутара для промывки проб.

шие пробы, когда съемка производится редко. Бутарой пользуются не только в разведке, но и при добыче золота небольшими старательскими артелями. Размеры бутар бывают различные. Конструктивно—это ящик без дна, покрытый сверху перфорированным железом. В середине ящика имеется одна или две наклонных перегородки. Вся эта система является головной частью широкого желоба в 2—3 *м* длиною. Работа производится следующим образом. На перфорированное железо загружается порода, сюда же поступает вода. Галька непосредственно с перфорированного железа поступает в отвал, а мелочь проваливается сквозь отверстия на перегородки и скатывается по ним на желоб. Перегородки и дно желоба покрыты суконными или кокосовыми

матами и трафаретами. Золото оседает в матах и трафаретах, а эфель сносится по желобу в отвал.

При съемке золота снимаются трафареты и маты с перегородок и желоба, маты споласкиваются в каком-либо сосуде для освобождения осевших на матах частиц золота, шлиха и пустой породы. Собранный с матов материал доводится на лотке или в ковше.

А м е р и к а н к а представляет собой желоб около 40 *см* шириной и до 6 *м* длиной. В головке желоба ставится перфорированное железо. Дно желоба выстилается матами и трафаретами. На перфорированное железо загружается порода и подается вода. Проваливающаяся сквозь отверстия перфорированного железа мелочь вместе с золотом проносится по наклонному желобу, оставляя золото в матах и трафаретах. Съемка золота производится так же, как и на бутаре.

После валовой промывки и доводки каждого выкида остается проба золота с шлихом. Просушенный шлих помещается в капсулу, на которой обозначаются речка, номер линии, шурфа и глубина выкида (см. рис. 12). Капсула вместе с промывочным журналом являются основными первичными документами опробования, которые поступают к руководителю разведки для дальнейшей обработки. Обработка пробы золота описывается в главе V.

Опробование буровых скважин на золото

Опробование буровых скважин производится следующим образом. Выжелоненный и замеренный объем породы с интервала опробования буровой скважины непосредственно поступает на промывку. Замер объема породы производится в приборе Анфимова или в мерном ящике (рис. 17). Интервал опробования в буровых скважинах обычно равен 20 *см* и называется «двадцаткой».

Для получения более точных результатов необходимо делать следующее: 1) следить за тем, чтобы крепление скважин производилось с возможной тщательностью; 2) с максимальной точностью производить отсчеты величин опускания труб и замеры высоты столбика породы, вошедшего в трубы до зарубки или желонения; 3) не допускать при бурении опережения в продвижении бурового долота по отношению к режущему башмаку обсадной трубы; 4) не опускать желонок при выжело-

нивании остановившейся внутри столбика породы ниже башмака обсадной трубы, что особенно важно соблюдать при пользовании вакуум-желонкой.

Промывка проб с каждой двадцатки производится отдельно в ванне. Наиболее удобны железные ванны, в которых зимой можно производить подогревание воды. Размеры ванны: высота 0,5 *м* и диаметр 0,8—0,9 *м*. Употребляются и деревянные ванны соответствующего же размера или же комбинированные, имеющие железное дно, в которых тоже можно подогревать воду. При отсутствии ванн, в которых можно подогревать воду, в

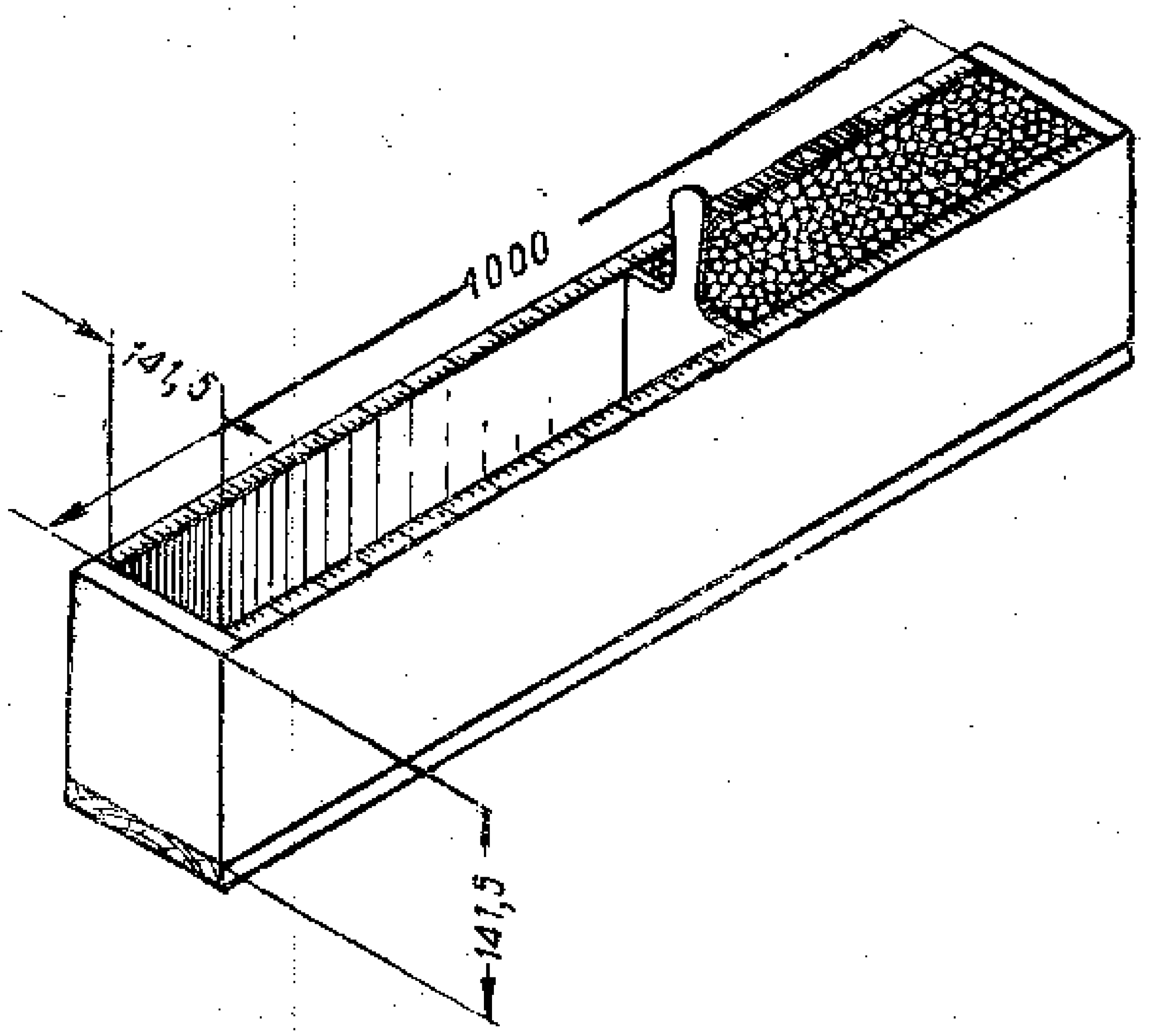

Рис. 17. Мерный ящик.

зимнее время необходимо иметь котлы для таяния льда или снега. Котлы бывают самой разнообразной формы и величины, начиная от простого ведра.

Промывать двадцатки в реке не рекомендуется, так как является целесообразным перемыть всю породу, извлеченную из скважины и промытую по двадцаткам. В случае промывки в ванне вся порода скопляется целиком на дне ванны, и после окончания скважины эту породу можно вновь измерить по объему и перемыть.

Шлихи с золотом или без золота после промывки каждой двадцатки просушиваются и укупориваются в капсулы; число капсул должно соответствовать количеству промытых двадцаток плюс одна капсула от промывки всей породы целиком. Замеры двадцаток по объему и результаты промывки вносятся в соответствующие графы буровых журналов установленной формы, после чего буровой журнал вместе с капсулами передается руководителю разведки.

ОПРОБОВАНИЕ РОССЫПЕЙ НА МИНЕРАЛЫ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ ПОПУТНО С ЗОЛОТОМ

При разведочных работах на россыпное золото совершенно обязательно выяснение вопроса о наличии в россыпи и других ценных компонентов. Для этой цели разведочные шлихи, получаемые от промывки проб на золото, анализируются в лаборатории методами минералогического анализа. Получаемые результаты можно рассматривать только с поисковой точки зрения, так как определение содержания ценных компонентов по пробам, обработанным на золото, производить нельзя. В процессе лотковой, бутарной или вашгердной промывки на золото, значительная часть ценных шлиховых минералов сносится в хвосты.

В случае если при разведке на золото ценные шлиховые минералы присутствуют в повышенных концентрациях, вполне целесообразно несколько изменить метод промывки для достижения более высокого извлечения ценных минералов из материала пробы.

Основная часть ценного шлихового комплекса сносится при промывке в процессе доводки шлиха, поэтому при опробовании на золото для получения количественных данных о содержании ценных компонентов промывку необходимо проводить в два приема: 1) промыть пробу до серого шлиха; 2) промыть серый шлих до золота.

Операция промывки серого шлиха до золота производится в ванне, и шлих, смытый при доводке, составляет пробу на ценные шлиховые минералы.

Для количественного анализа на ценные компоненты шлихи с отдельных выкидов или двадцаток можно объединить в пробы: по торфам, пласту и почве.

Количественный анализ шлихов производится в лаборатории, причем к шлиховой пробе необходимо присоединять с соответствующих двадцаток отдувы от золота,

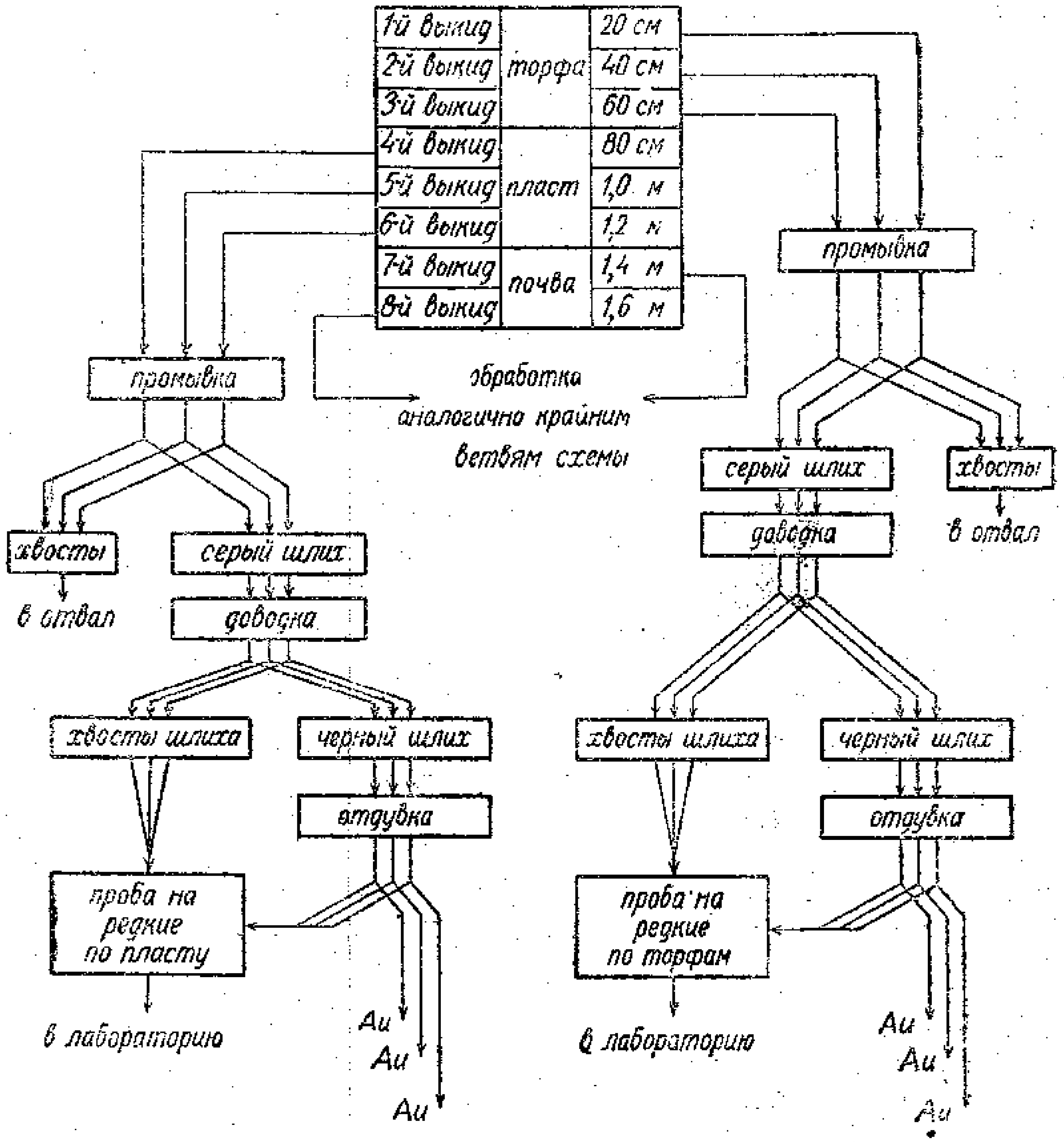

Схема 2. Схема обработки проб на минералы, содержащие редкие элементы попутно с опробованием на золото.

полученные при обработке содержимого капсул на золото.

Общая схема отбора и обработки проб на редкие компоненты при опробовании разведочных выработок на золото изображается типовой схемой 2.

ОПРОБОВАНИЕ НА МИНЕРАЛЫ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ

Основная группа ценных шлиховых минералов имеет удельный вес меньше 7,5. Это обстоятельство совместно с крупностью зерен этих минералов, обычно зна-

чительно превышающей крупность зерен золота, вносит необходимость ряда изменений методики опробования, применяющейся на золото.

На точность результатов опробования на ценные минералы, аналогично опробованию на золото, влияют ошибки, внесенные при получении пробы, ее обработке и анализе, но, в отличие от опробования на золото, степень влияния методов обработки и анализа на точность результатов значительно возрастает, потому что более легкий удельный вес, чем у золота, создает угрозу значительных потерь при концентрации пробы, а трудность диагностики некоторых ценных минералов обусловливает неточность минералогического анализа.

Вес пробы. Исходный вес пробы имеет колоссальное значение. Большие веса проб требуют трудоемкой и сложной обработки, пробы же малого веса могут не отразить среднее содержание в опробуемом пункте, и результаты опробования окажутся случайными. Касситерит, один из наиболее ценных шлиховых минералов, начинает интересовать промышленность при содержании от 20 г/т и выше. При содержании 20 г/т число зерен касситерита в тонне россыпи незначительное.

Из теории вероятности известно, что $\Delta = \frac{1}{\sqrt{a}}$,

где Δ — средняя квадратическая ошибка;

a — число случаев (т. е. зерен касситерита в пробе).

В процентах средняя квадратическая ошибка выражается в следующем виде:

$$\Delta = \frac{100}{\sqrt{a}}.$$

Легко увидеть, что средняя квадратическая ошибка только за счет неравномерного статистического попадания ценных зерен в пробу, без учета ошибок вследствие технических неточностей опробования, достигает 10% при 100 зернах ценного компонента в пробе.

Ситовые анализы россыпного касситерита показывают, что преобладающим по весу классом является класс —3 + мм. Количество зерен класса—1 *мм* столь велико, что можно ожидать достаточно благоприятных условий для статистически равномерного их распределения в россыпи; таким образом только наиболее крупные клас-

сы вносят основную ошибку в анализ вследствие сравнительно небольшого числа зерен и неравномерного их распределения в россыпи. Кроме того, в сильно каменистых россыпях распределение ценных минералов обычно менее постоянно, чем в слабо каменистых. В связи с этим в данных случаях необходимо вес исходной пробы увеличивать.

Отбор пробы. Результатами предварительной промывки двадцаток из шурфов устанавливаются мощность и положение пласта. При опробовании россыпи, предназначенной для дражной или гидравлической разработки, можно брать пробу со всей эксплоатационной глубины россыпи. В россыпях, разведываемых под раздельную добычу песков и торфов, нужно брать пробы: 1) от всей мощности пласта, 2) от всей мощности торфов, 3) от почвы.

Примечания: 1. В тех случаях, когда рядом выработок установлено в торфах отсутствие ценных минералов, пробы из торфов берутся эпизодически.

2. При наличии в торфах ценных компонентов только в нижней части, пробы берутся и из нижней части торфов, а верхняя часть торфов опробывается эпизодически.

3. При небольшой мощности почвы последняя присоединяется к пласту.

Материал в исходную пробу из незакрепленных шурфов с устойчивыми стенками лучше всего брать из сплошных задирок стенок шурфа или из борозд, расположенных на стенках шурфа.

В последнее время очень усиленно рекомендуют применять при опробовании горных выработок россыпных месторождений бороздовый метод.

Главное достоинство данного метода состоит в том, что он позволяет: 1) сократить объем материала, поступающего для промывки, и 2) снизить сроки и упростить производство шлиховых анализов проб.

Необходимо отметить, что этот метод, пользующийся исключительно широким применением при опробовании коренных месторождений, для россыпей слабо разработан и, можно сказать, находится лишь в первоначальной стадии своего разрешения.

На некоторых россыпных объектах метод бороздового опробования применялся с большим успехом и давал в отношении определения содержания тех или иных полезных компонентов шлиха хорошие показатели, по точности не уступающие валовым пробам.

Отсутствие достаточного количества конкретных материалов по указанному методу опробования не позволяет в настоящий момент предложить какие-либо твердые установки, расчеты или схемы для производства этих работ, однако имеющаяся в распоряжении сумма данных по этому вопросу дает возможность высказать в отношении рассматриваемого метода некоторые соображения, носящие практический характер.

Приступать к опробованию шурфов (или дудок) бороздовым методом следует лишь после выяснения пространственного расположения торфов, пластов и плотика россыпей.

Работу по проходке шурфов и их опробованию нужно организовать таким образом, чтобы у опробователя была возможность при взятии пробы находиться непосредственно на дне шурфа, так как в этих условиях работа является наиболее производительной и точной.

Стенки шурфов, предназначенные для опробования, выравниваются с возможной тщательностью; выступающие крупные гальки надо оставлять в стенках шурфа и нужно следить только за тем, чтобы поверхность цементирующего вещества лежала в общей плоскости стенки шурфа, а поверхность выступающих галек была очищена от мелкого материала.

Борозды можно располагать по одной, двум или четырем стенкам шурфа. Материал, получаемый из борозд одного горизонта пласта, объединяется и составляет одну породу, которая и поступает на промывку.

Размер борозды надо подбирать с таким расчетом, чтобы вес одной пробы с интервала в 0,20 *м* составлял от 30 до 60 *кг*.

Укажем, что длина борозды может варьировать от 0,20 до 1 *м* и даже больше 1 *м*, главным образом, в зависимости от мощности разведываемого пласта и от возможности применения дражного или гидравлического способов разработки россыпи. Естественно, что вес пробы будет увеличиваться пропорционально увеличению интервала опробования. После выбора размеров борозды приступают к размежеванию выровненной части стенок шурфа в соответствии с заданными ее размерами.

Для удобства в работе рекомендуется изготовить из досок толщиной около 1/2" две трафаретки с таким расчетом, чтобы размеры одной из них соответствовали длине и глубине борозды и другой—ширине и глубине

борозды. Указанные трафаретки очень облегчают работу по замерам при взятии проб.

Перед взятием пробы, во избежание ее загрязнения посторонним материалом, дно шурфа и нижняя часть стенки его, с которой берется проба, покрываются брезентом; он служит также для приемки падающего на него материала пробы.

При опробовании этим методом важно следить за тем, чтобы борозда точно соответствовала принятым размерам. Если встречена крупная галька, часть которой заключена в одной из стенок борозды, то гальку извлекать не следует, надо лишь очистить выступающую часть ее от рыхлого материала и следить за тем, чтобы поверхность цементирующего вещества находилась в одной плоскости с общей поверхностью боков или дна борозды. Полученная проба упаковывается в брезентовый мешок и соответствующим образом документируется, после чего приступают к взятию следующей пробы.

Учитывая, что метод бороздового опробования россыпей еще не получил своей окончательной апробации, следует в начале работ параллельно с ним вести и валовое опробование. Метод бороздового опробования можно будет считать ведущим лишь после того, когда будет установлено, что точность обоих видов опробования окажется близкой. Когда это будет установлено, валовое опробование приобретет функции контролирующего.

Бороздовое опробование (на данной стадии изучения) может быть применено только для россыпей с более или менее равномерным содержанием полезных компонентов и при отсутствии валунного материала и больших количеств крупной гальки.

Если невозможно произвести отбор пробы указанными методами, приходится производить валовую промывку выкидов или квартовать для получения исходной пробы материал из выкидов шурфа.

Обработка проб. Целью обработки проб является при наименьших потерях ценных минералов максимально сконцентрировать пробу для облегчения последующего минералогического анализа концентрата на ценные компоненты. На стр. 51 приводится схема обработки проб.

П о я с н е н и е к с х е м е. Класс +10 *мм* практически бывает лишен полезных компонентов, поэтому в общем

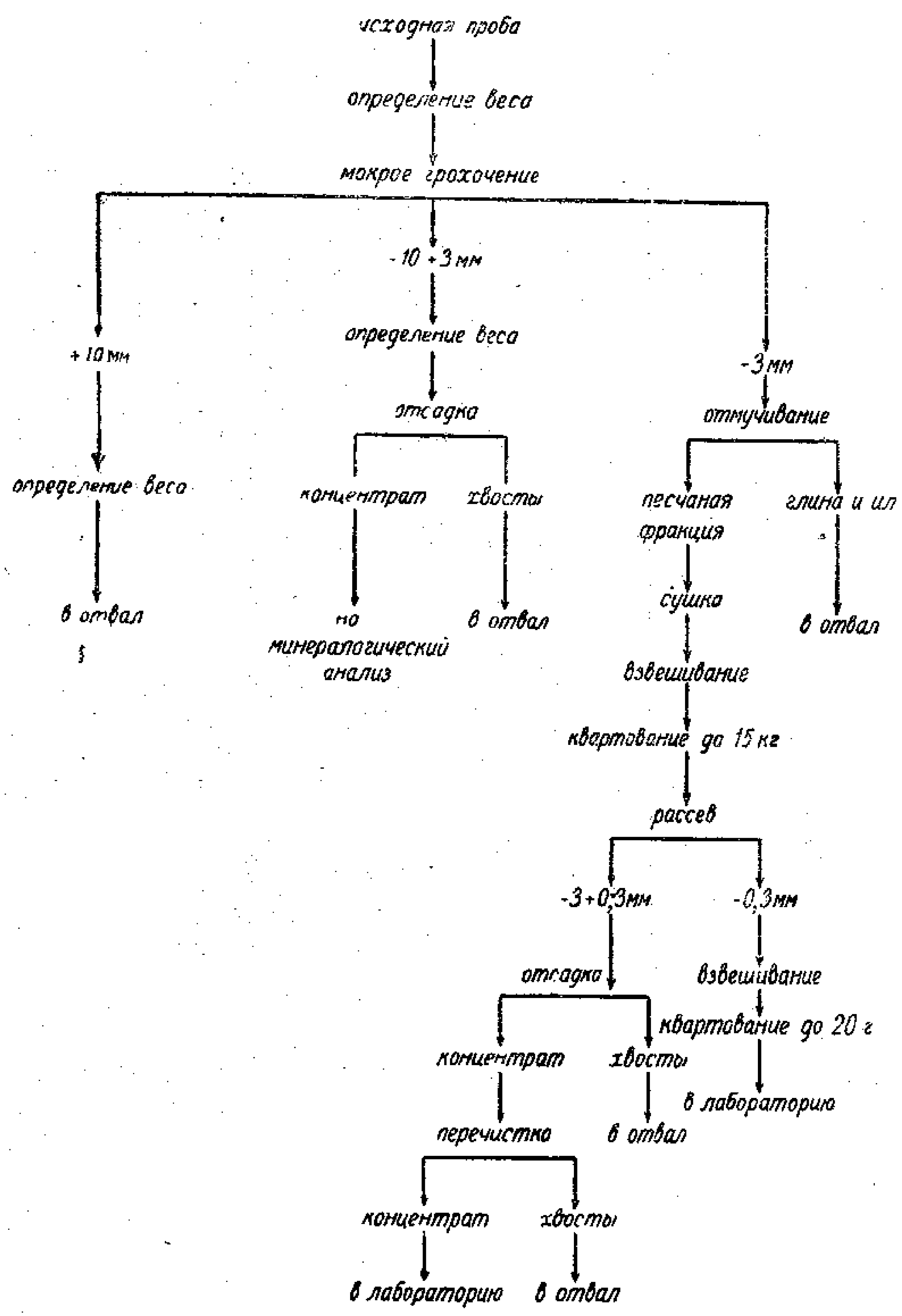

Схема 3.

случае он направляется в отвал. В случае россыпи с крупными зернами полезных компонентов подбирается грохот с диаметром отверстий, равным диаметру наиболее крупных зерен полезных компонентов.

Весь выход класса — 10 + 3 *мм* поступает на обогащение в лабораторной отсадочной машине. По инициативе НИГРИЗолото, отсадочная машина с 1937 года стала внедряться в практику обработки разведочных проб на редкие минералы и алмазы. Преимущество отсадочной машины перед другими обогатительными приборами и установками заключается в том, что при соответствую-

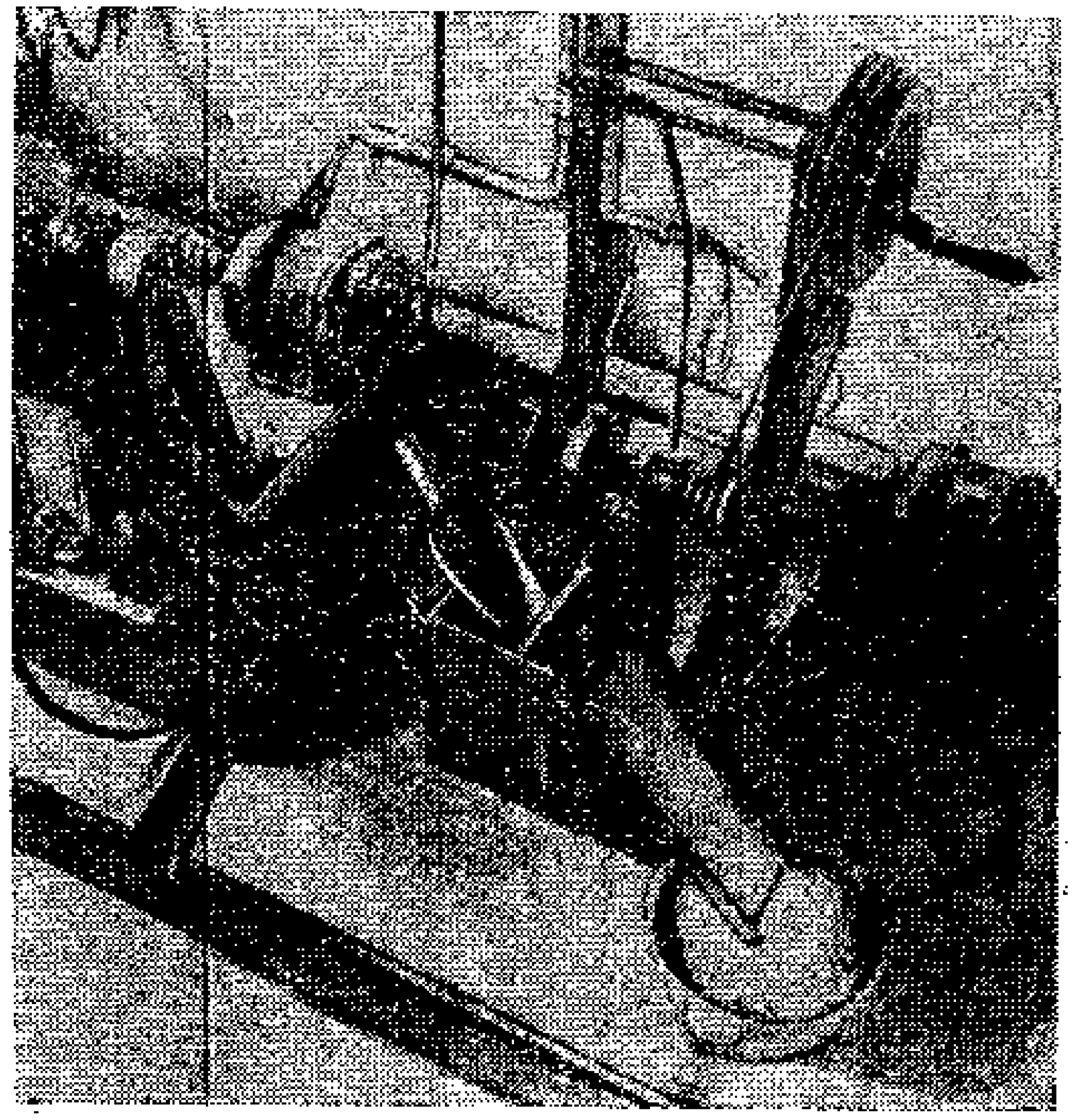

Рис. 18. Отсадочная машина с ручным приводом.

щем режиме работы извлечение полезных компонентов на отсадочной машине приближается к 100% с степенью концентрации в 250 раз и больше. Отсадочная машина легко может применяться в полевых условиях, очень неприхотлива в работе и не требует особой квалификации обслуживающего персонала.

Конструкция отсадочной машины очень проста: она состоит из железного корпуса (см. рис. 18, 19, 20), вала с эксцентриком, поршня и концентрационных коробок с передвижным разгрузочным порогом и заслонкой. В зависимости от габарита, производительность отсадочной

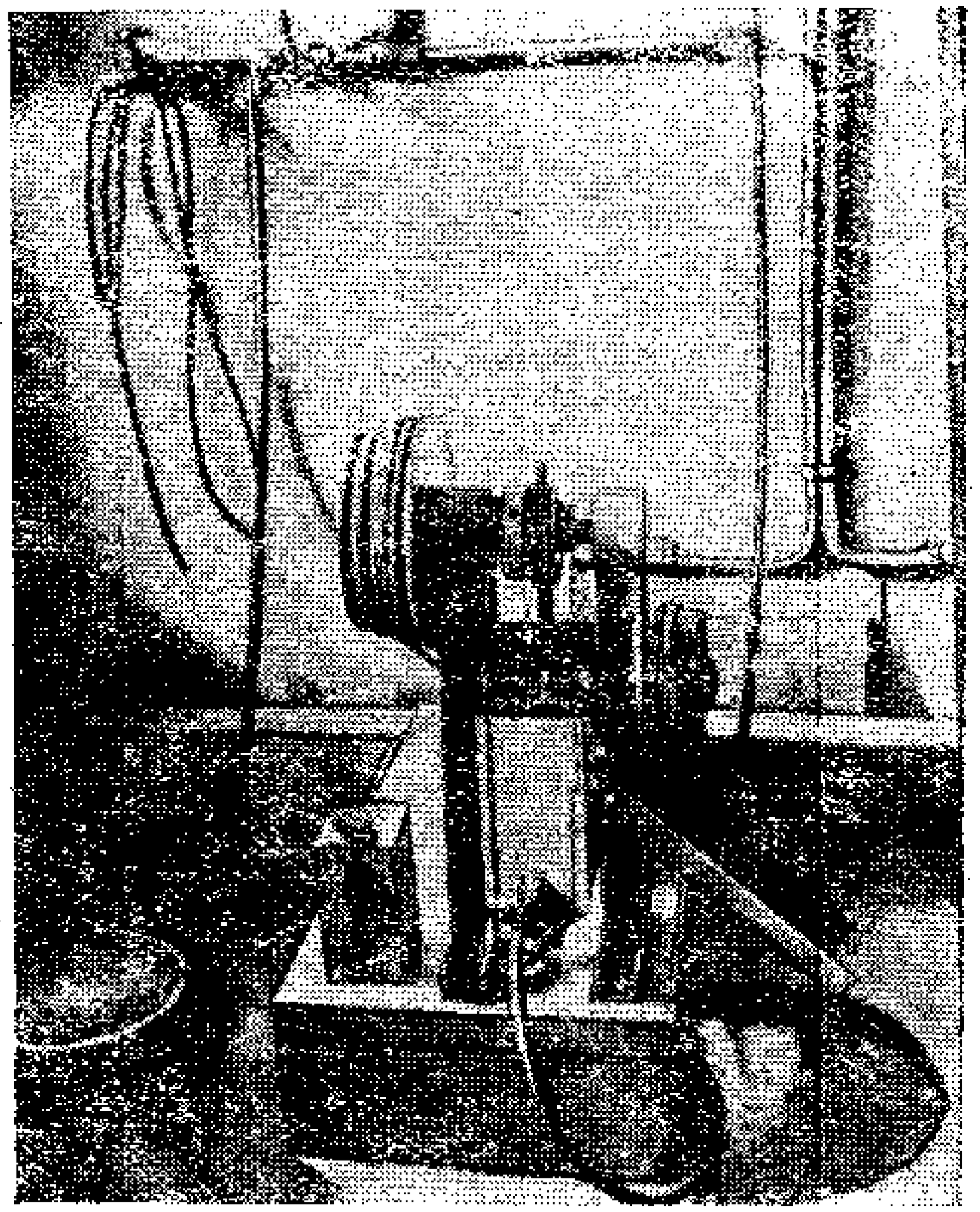

Рис. 19. Отсадочная машина с мотором.

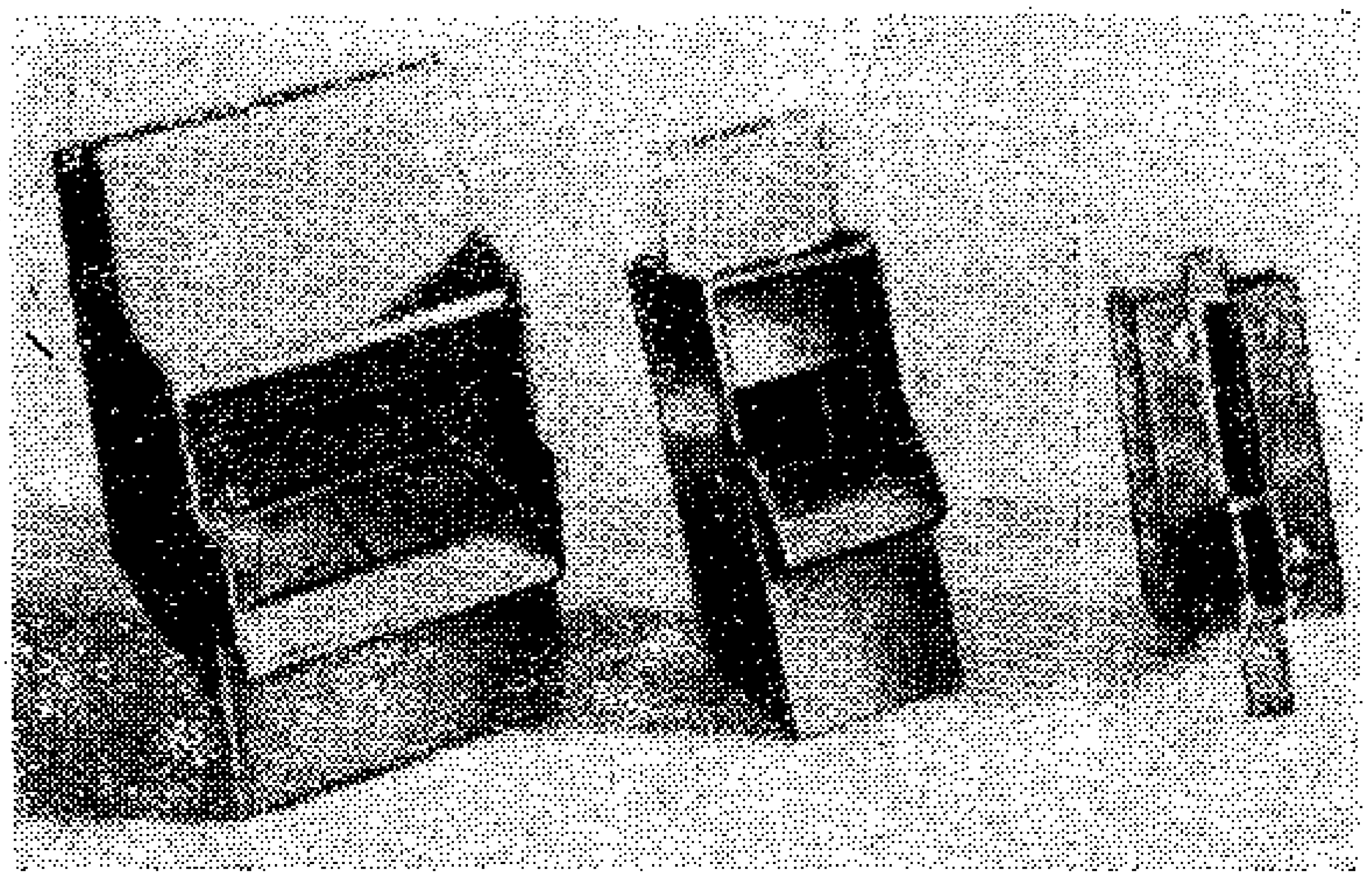

Рис. 20. Типы концентрационных коробок.

машины меняется от 3 до 200 *кг/час*. В качестве двигателя может быть использована любая установка, вплоть до мускульной силы одного человека.

Концентрация материала в отсадочной машине производится следующим образом. В корпус отсадочной ма-

шины дается ток воды; движением поршня вода пульсирует в концентрационной коробке и производит расслоение минералов на тяжелую фракцию, погружающуюся на дно концентрационной коробки, и на легкую, уносимую водой в хвосты через разгрузочный порог. Материал непрерывно засыпается в концентрационную коробку, у ее задней стенки.

После наполнения концентрационной коробки концентратом, последний необходимо выгружать в какой-либо сосуд, после чего его можно перечистить в концентрационной коробке с меньшей площадью дна.

Режим работы отсадочной машины:

Тип коробки по производительности	Класс, *мм*	Ход поршня, *мм*	Число качаний в мин.	Расход воды, *л/мин*	Высота разгрузочного порога	Загрузка *кг/мин*	Вес концентрата, *г*
До 100 *кг/час*	—10+3	10—15	200—280	3—5	35—50	1—1,5	500—800
	—3	6—10	240—280	2—3	25—35	0,8—1,0	60—70
До 12 *кг/час*	—10+3	10—12	240—280	2—3	20—40	0,2	170
	—3	6—10	240—280	1—2	20—30	0,180	200
До 3 *кг/час*	—10+3	4—5	240	0,3—0,4	35—50	3 *кг/час*	40—60
	—3	2,5—3,5	240—280	0,3	25—35	1 *кг/час*	30—50

По указанной на стр. 51 схеме обработки проб для класса —3 *мм* допускается квартование до 15 *кг*. Так как в классе —3 *мм* содержится большое количество глинистого материала, затрудняющего сушку и квартование выхода класса —3 *мм* до 15 *кг*, то для облегчения этих операций вводится отмучивание глинисто-илистой фракции пробы, после чего песчаная фракция легко сушится и квартуется. Отмучивание можно производить любым способом: на лотке, в колоде с грубым трафаретом, в бочке и т. д. Можно не опасаться сноса

с мутью ценных компонентов, так как при современных методах обогащения россыпей зерна полезных минералов, снесенные с мутью при отмучивании, будут, без сомнения, снесены и при эксплоатации россыпей.

После квартования класса —3 *мм* от навески в 15 *кг* отсеивается класс —0,3 мм; класс —3 + 0,3 *мм* идет на отсадку, а класс —0,3 *мм* квартуется до навески 20 *г* и непосредственно передается в лабораторию. Отсев класса —0,3 *мм* вызван тем обстоятельством, что мелкие частицы проваливаются сквозь сито дна концентрационной коробки и не обогащаются. Навеска в 20 *г* от этого класса вполне достаточна для определения содержания ценных компонентов в этом классе. Таким образом от одной исходной пробы в лабораторию на количественный минералогический анализ поступают пробы трех классов: — 10 + 3 *мм*, —3 + 0,3 *мм* и —0,3 *мм*; первые два класса—в виде концентратов, а класс —0,3 *мм*—в виде сырого материала.

После минералогического анализа производится подсчет содержания в пробе следующим образом.

Если обозначить

A — исходный вес пробы в *кг*;
a_1 — вес ценного компонента в классе—10+3 *мм*, в *г*;
a_2 — вес ценного компонента в анализируемой навеске пробы класса—3+0,3 *м* , в *г*;
— вес ценного компонента в анализируемой навеске пробы класса—0,3 *мм*, в *г*;
n_1 — степень квартования класса—3 *мм*;
n_2 — степень квартования класса—0,3 *мм*;
C—содержание ценного компонента в *г/т*,

то среднее содержание в пробе выражается:

$$C = \frac{(a_1 + a_2 : n_1 + a_3 . n_1 . n_2) . 1000}{A}.$$

Пробы из буровых скважин

Из буровых скважин добывается очень мало материала, и результаты опробования вследствие этого не всегда отражают истинное содержание в россыпи. Погрешность в результатах опробования по одной скважине нивелируется густой сеткой буровых скважин. Чем больше скважин на той же площади, тем подсчет запасов ближе к действительному запасу в россыпи.

При опробовании буровых скважин целесообразнее

всего объединять всю породу, извлеченную из скважины, в одну пробу, после того как пространственное положение пласта установлено промывкой двадцаток из предыдущих скважин, потому что промывка и последующий сбор материала для проб по торфам, пласту и почве значительно усложняют процесс отбора пробы. Детализация строения россыпи и детализация содержаний по пласту, торфам и почве производятся контрольными шурфами, количество которых зависит от целого ряда условий и находится в пределах 5—20% от общего числа буровых скважин.

Можно отметить, что чем больше скважин, тем меньше должен быть процент контрольных шурфов, и наоборот.

В россыпях с изученным взаимоотношением торфов и пласта, особенно при торфах большой мощности, целесообразно отбирать в пробу материал только из нижних горизонтов россыпи.

Обработка проб буровых скважин аналогична схеме обработки шурфовых проб, за тем исключением, что здесь обычно не является необходимым производить квартование класса —3 *мм* вследствие небольшого объема проб.

Опробование эксплоатирующихся россыпей

В некоторых случаях является желательным опробовать на ценные минералы россыпь, эксплоатирующуюся на золото. Данные о минералогическом составе ценного комплекса россыпи и приближенное представление о содержании можно получить минералогическим анализом шлихов, получаемых на эксплоатационных промывочных установках на золото. Для уточнения содержания, распределения по классам и для выяснения площадного распространения приходится прибегать к отбору и анализу исходного материала россыпи.

Опробование открытых забоев

В выбранном забое выделяются пласт и торфа, от которых сплошной широкой задиркой, по всей мощности пласта и по желаемой мощности торфов, отбираются две пробы. Исходный вес проб определяется согласно правилам, установленным для опробования шурфов. Обработка проб производится по общей схеме (см. стр. 51).

Опробование подземных забоев

В подземных выработках забой бывает представлен либо пластом, либо, при маломощном пласте, пластом с нижней частью торфов. Берется одна проба от пласта и другая, в случае присутствия в забое торфов, от нижней части торфов. Метод отбора пробы—сплошная задирка.

Выбор исходного веса проб и схем обработки производится так же, как и при опробовании шурфов.

Можно также рекомендовать опробование бороздовым методом. Для подземных выработок могут быть предложены следующие расстояния между пробами:

1. Россыпи выдержанные—3,5—4 *м*;
2. Россыпи невыдержанные—2—2,5 *м*;
3. Весьма невыдержанные—1—1,5 *м*.

Размеры поперечных сечений борозд должны обеспечивать получение проб весом от 30 до 60 *кг*.

Опробование дражных забоев

Этот вид опробования можно производить двояким путем: либо отбором и анализом проб из дражных черпаков, либо опробованием дражных продуктов. В первом случае забой драги разбивается на прямоугольники по ширине хода драги и вертикальной глубине черпания. Величина прямоугольников устанавливается примерно в 2 *м* шириною и 1 *м* по мощности забоя. Для опробования намечаются некоторые прямоугольники, обычно в шахматном порядке. Когда драга подходит к намеченным прямоугольникам и начинает черпать из них породу, часть породы из черпаков отбирают в пробу. На местности прямоугольники обозначаются какими-либо ориентирами (по ширине забоя), а глубина черпания устанавливается по черпаковой раме.

Проба, составленная из материала, взятого из всех прямоугольников забоя драги или из определенных секций опробования забоя, свозится на берег и обрабатывается по общей схеме. Исходный вес пробы при опробовании дражных забоев нужно брать в зависимости от ширины и глубины забоя или секции опробования по ширине забоя. С площади забоя в 10 $м^2$ нужно брать не менее 500 *кг*.

Этот способ опробования крайне громоздкий, сопряжен

с неоднократными остановками драги и не дает хороших результатов, так как, во-первых, нельзя иметь уверенность, что порода, взятая из черпаков, соответствует заранее намеченному квадрату; во-вторых, порода, прежде чем попадет в пробу, обмывается водой дражного котлована, и, наконец, при отборе материала в пробу из дражных черпаков, всегда фигурирует элемент случайности: можно взять либо только из обогащенного участка, либо наоборот.

Второй способ более удобный, но он дает валовой результат по всему участку, отработанному драгой, за период времени между двумя соседними съемками золота на драге.

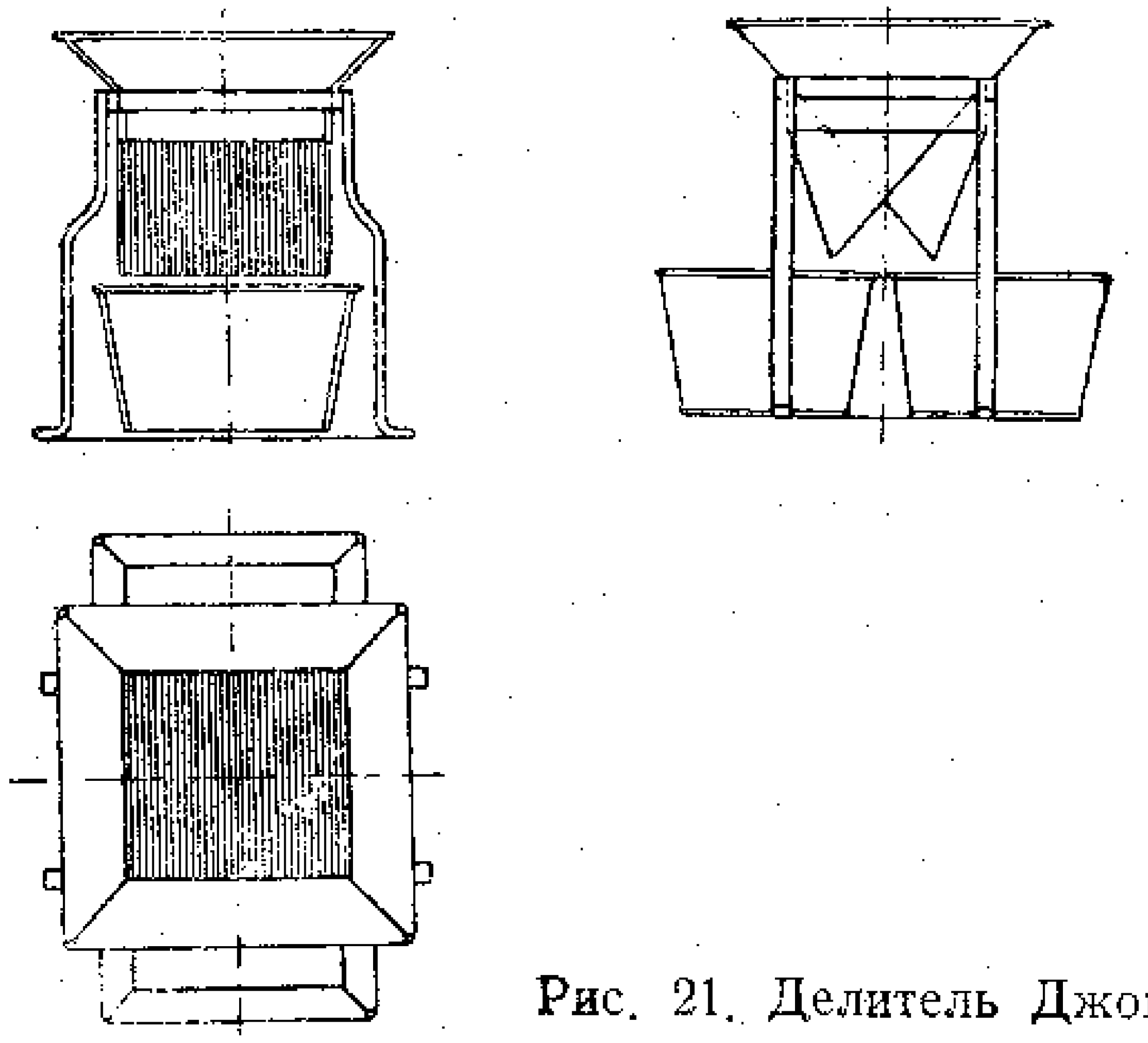

Рис. 21. Делитель Джонса.

Опробование производится следующим образом. Для определения кубатуры породы, промытой драгой в период опробования, производятся два маркшейдерских замера забоя драги—перед опробованием и после.

В процессе работы драги получаются следующие продукты:

1. Шлихи I сорта (доводные).
2. Шлихи II сорта (хвосты при доводке бутарных шлихов).
3. Шлихи III сорта (хвосты бутары).
4. Эфель (хвосты шлюзов).
5. Галька.

Полное опробование дражных продуктов, так называемый баланс драги,—довольно сложный процесс и производится по специальным инструкциям, разработанным институтом ГИНЗолото.

Достаточно надежные результаты для определения среднего содержания ценных минералов в забое драги получаются при отборе проб первых трех из вышеупомянутых продуктов.

Шлихи I и II сорта берутся целиком на анализ, а от шлихов III сорта отквартовывается навеска весом 50 *кг*. Все три пробы отправляются в лабораторию на минералогический анализ. Общее весовое количество ценных компонентов, определенное по всем продуктам, относится к замеренной кубатуре.

Материал и оборудование для опробования

1) лопаты, 2) ендовки, 3) лоток или ковш, 4) отсадочная машина с резиновыми трубками, 5) бак для воды, 6) ванна для промывки проб, 7) мерный ящик, 8) сито 10 *мм*, 9) сито 3 *мм*, 10) сито 0,3 *мм* 11) делитель Джонса большой, 12) делитель Джонса малый (рис. 21), 13) баксовое железо для просушки проб, 14) мешочки для шлихов и концентратов, 15) бумага для капсул.

Глава V

ЛАБОРАТОРНАЯ ОБРАБОТКА ПРОБ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Принцип определения ценных компонентов в россыпных пробах основан на минералогическом анализе. Химический или спектральный анализы не дают пригодных результатов по тем причинам, что, во-первых, этими методами нельзя определить минералогический состав шлиха и, во-вторых, всегда существует опасение, что элементы, открываемые химическим или спектральным анализами, целиком или частью могут входить не в промышленно ценные минералы, а в виде более или менее незначительных примесей в породообразующие минералы материала россыпи.

Минералогический анализ имеет еще и то преимущество, что позволяет не только производить анализ на искомые элементы, но одновременно фиксировать все или, во всяком случае, бо́льшую часть присутствующих в пробе шлиховых минералов. Кроме того, минералогический анализ шлихов, собранных геологическими партиями, дает богатый материал для общегеологических выводов в отношении рудоносности изучаемого района.

Таким образом ориентация на минералогический анализ предопределяет характер всех операций по обработке и анализу проб. Из всех применявшихся до сих пор схем обработки и анализа проб особенно необходимо возражать против тех, где присутствует дробление исходного материала или концентратов. Дробление в значительной степени затрудняет диагностику минералов, разрушая характерный для ряда минералов внешний вид и истирая некоторые минералы до тонких частиц, с трудом различаемых под бинокуляром. Вместе с тем не исключена возможность искусственного завышения содер-

жания за счет минералов, освобождаемых дроблением из сростков, которые в нормальных условиях эксплоатации не могут быть выделены в концентрат и, следовательно, не должны включаться в цифру содержания.

Наиболее надежные методы обработки и анализа проб включают в себе водное обогащение, разделение концентратов на легкую и тяжелую фракции, разделение на электромагнитные фракции и расситовку пробы по крупности на классы.

В лабораторию могут поступать пробы следующего характера:

1. Серые лотковые шлихи 2. Черные лотковые шлихи	от поисковых партий
3. Черные шлихи 4. Серые шлихи	от разведочных партий на золото
5. Концентрат класса — 10 + 3 *мм* 6. Песковые пробы класса — 3 *мм* 7. Концентрат класса — 3 + 0,3 *мм* 8. Навеска класса — 0,3 *мм*	от разведочных партий на редкие минералы
9. Шлихи I сорта 10. Шлихи II сорта 11. Шлихи III сорта	дражные продукты
12. Серые и черные шлихи различных промывных установок.	

Пробы за № 1, 2, 12 и частично за № 3 и 4 предназначаются главным образом для качественного анализа на ценные компоненты, а остальные пробы—для количественного минералогического анализа.

Схемы качественного минералогического анализа

Черный шлих. Обычно поступают навески небольшого веса. Для анализа вес больше 3 *г* является излишним. Черный шлих характеризуется малым количеством зерен легких минералов (кварц, полевые шпаты). Обработка и анализ таких проб наиболее просты (см. схему 4 на стр. 62).

В этой типовой схеме при работе могут быть некоторые упрощения, а именно: квартование в пробах меньше 3 *г* отсутствует; I и II электромагнитные фракции могут быть объединены в случае однородности состава; деление в бромоформе неэлектромагнитной фракции не обязательно для проб, слабо засоренных легкими минералами.

Минералогический анализ производится под бинокулярной лупой с применением пленочных реакций. Для определения веса ценных компонентов в анализируемых фракциях, определяется на-глаз их объемный процент, который затем можно пересчитать на весовой процент.

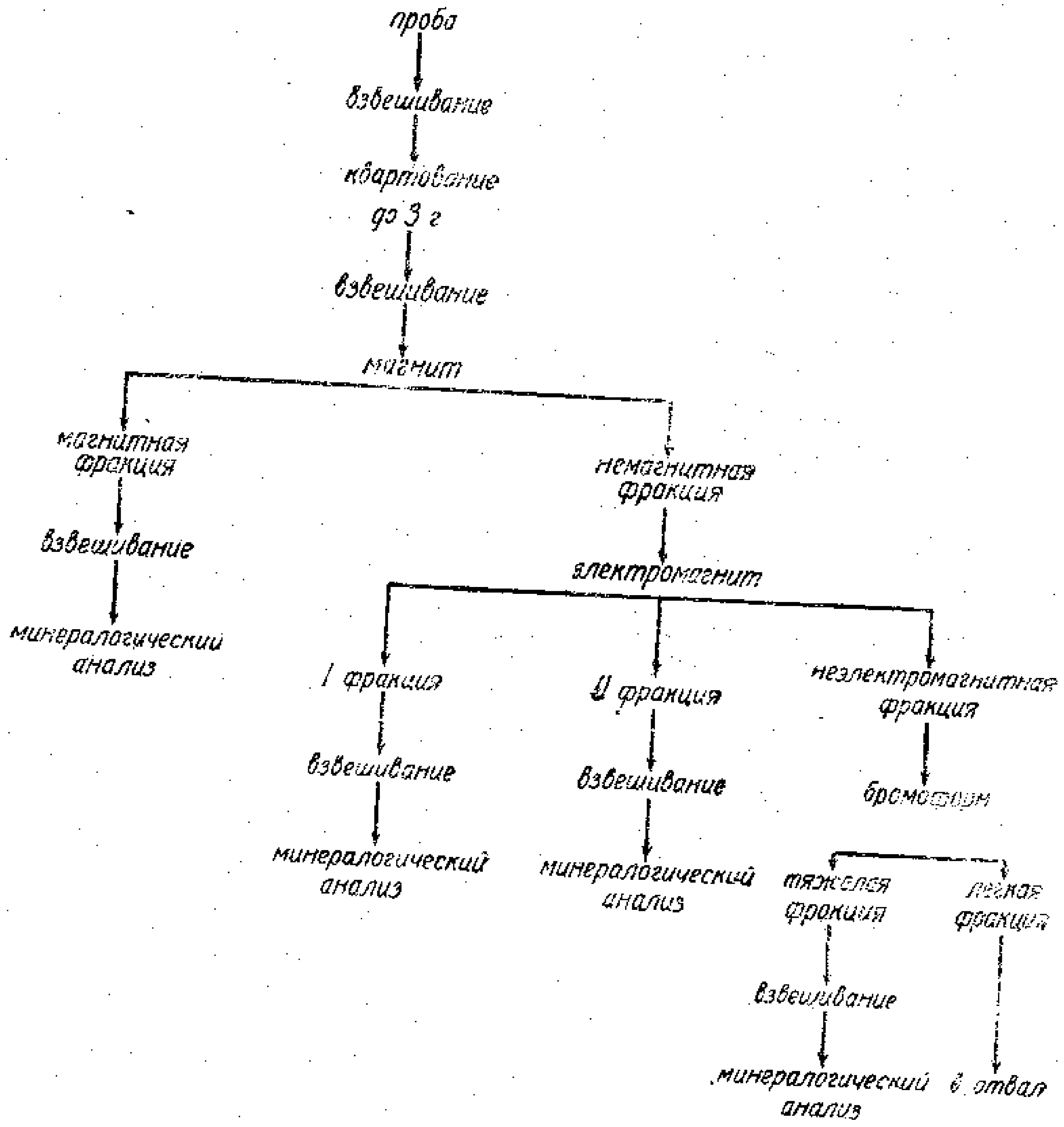

Схема 4.

Весовой процент минералов среднего удельного веса шлихов близок к объемному, и пересчет в таких случаях не обязателен, а для минералов высокого удельного веса он производится по следующей формуле:

$$x = \frac{100\,ay}{100\,b + (a - b)y},$$

где x — весовой процент;

y — объемный процент;

a — удельный вес компонента;

b — удельный вес всего шлиха (можно принимать около 4).

Серый шлих. Схема анализа серых шлихов отличается от схемы анализа черных шлихов тем, что вследствие большой засоренности шлиха легкими минералами удобнее вначале произвести разделение шлиха в бромоформе, а затем—разделение на электромагнитные фракции. Навеска серого шлиха для анализа берется с таким расчетом, чтобы выход тяжелой фракции был около 3 г. Минералогический анализ производится аналогично анализу черных шлихов.

Схемы количественного минералогического анализа

Количественный минералогический анализ значительно сложнее, отнимает больше времени, и производство его целесообразно только для проб, отобранных и обработанных согласно вышеизложенным правилам. На количественный анализ поступают пробы, перечисленные на стр. 61 под номерами от 5 до 11. Иногда на количественный анализ могут поступать серые и черные шлихи от разведочных партий на золото.

Так как при количественном анализе разнохарактерных проб некоторые процессы обработки проб являются общими, то вначале дается наиболее сложная схема обработки песковых проб класса —3 *мм*, а в остальных схемах будут приводиться ссылки на общие процессы обработки и анализа (см. схему № 5).

П о я с н е н и я к с х е м е 5. 1. Под «перечисткой» понимается вторичная отсадка в концентрационной коробке меньшего объема для большей степени концентрации.

2. Приведенная рассситовка концентратов является наиболее удобной для последующего минералогического анализа.

3. Промывкой в фарфоровой чашечке класса —0,3 *мм* достигается сокращение навески перед бромоформом за счет отмыва в хвосты наиболее легких частиц.

4. На электромагните выделяется от одной до четырех электромагнитных фракций. Количество фракций тем больше, чем разнообразнее минералогический состав шлиха.

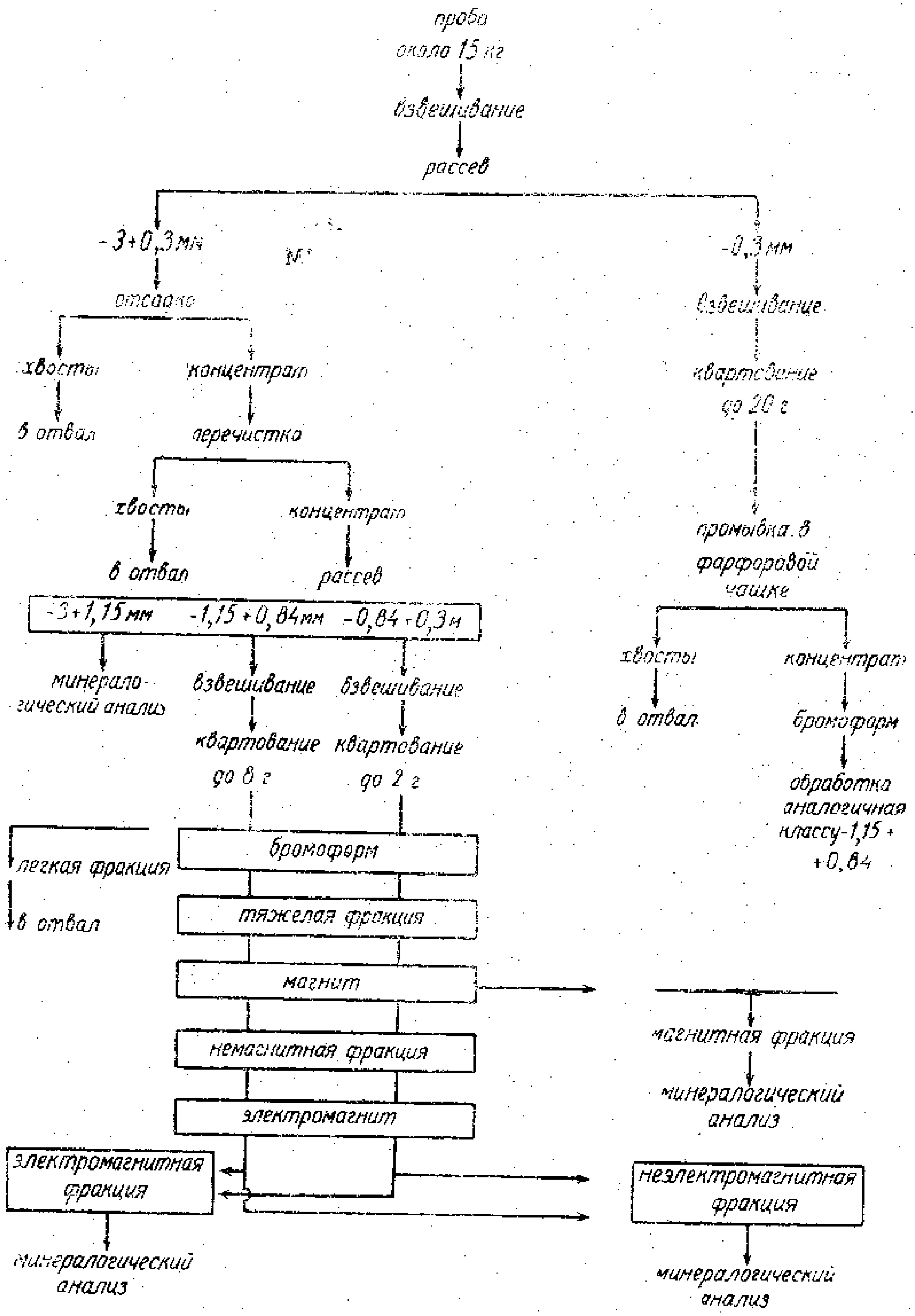

Схема 5.

Схема обработки и анализа песковых проб класса — 3 *мм.*

ОПИСАНИЕ ОПЕРАЦИИ ПО ОБРАБОТКЕ ПРОБ

Разделение в бромоформе. В стеклянную воронку *A* (см. рис. 22) наливается тяжелая жидкость, и в нее насыпается шлих. Время от времени верхний слой легких минералов помешивают стеклянной палочкой, закрывая в остальное время воронку часовым стеклом, во избежание испарения. По истечении нескольких минут открывается зажим *B*, и тяжелая фракция спускается на воронку *C*. Когда тяжелая фракция выйдет, зажим закрывается, чтобы легкая фракция осталась в воронке *A*. Легкая и тяже-

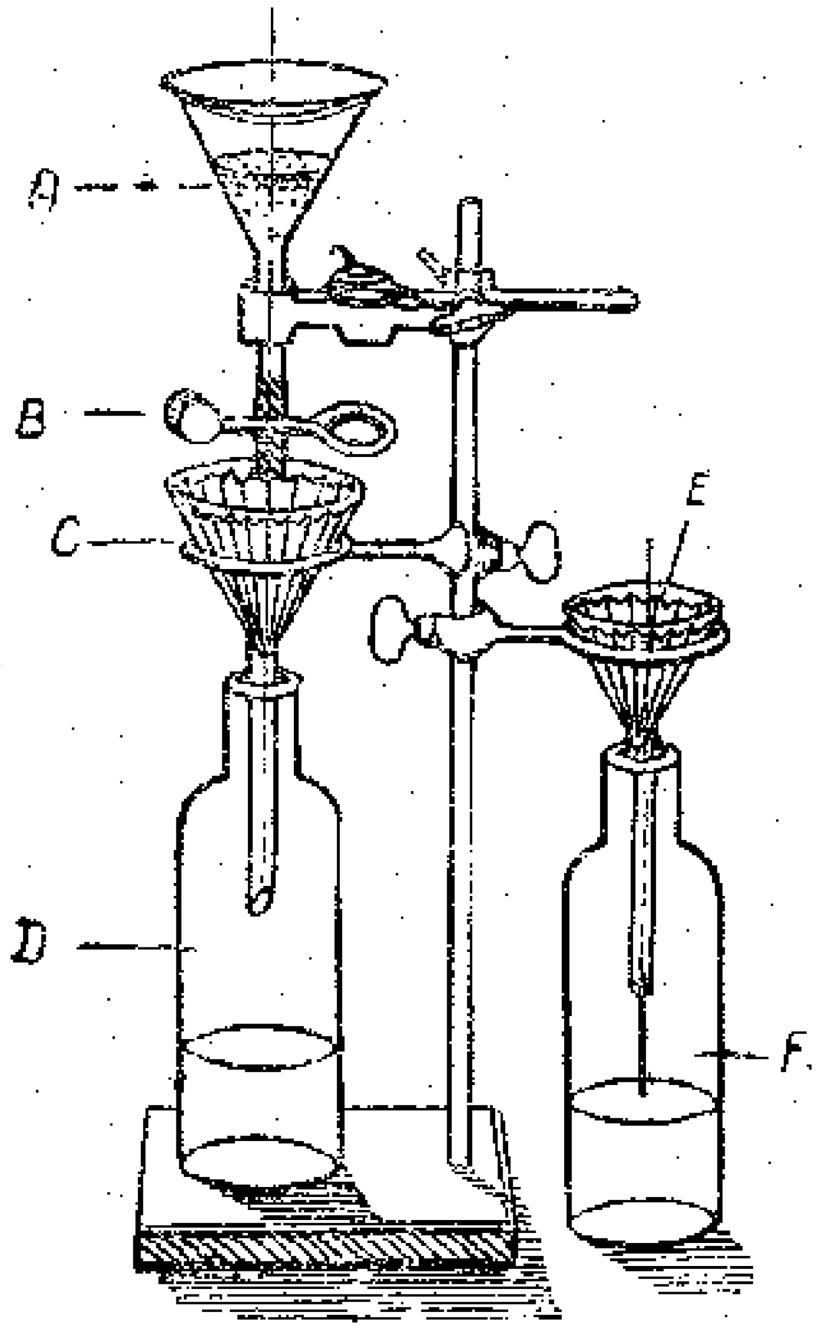

Рис. 22. Прибор для разделения бромоформом.

лая фракции отфильтровываются от бромоформа и промываются в воронке *E* бензолом. Бромоформ собирается в колбе *D*, а раствор бромоформа в бензоле—в колбе *F*. Бромоформ из колбы *D* сразу же можно пускать в дальнейшую работу, а фильтрат из колбы *F* собирается для последующей регенерации бромоформа.

Для разделения в тяжелой жидкости можно употреблять не только бромоформ (уд. вес 2,9), но и другие жидкости:

1. Жидкость Тулэ, уд. вес 3,18.
2. Жидкость Рорбаха, уд. вес 3,45.
3. Расплав соли азотнокислой закиси ртути. Уд. вес 4,3.

Перечисленные жидкости, обладая более высоким удельным весом, облегчают минералогический анализ на ценные компоненты, но менее удобны в работе вследствие ядовитости.

Электромагнитное разделение. В настоящий момент существует большое разнообразие типов электромагнитов как по производительности, так и по электромагнитной силе (см. рис. 23, 24, 25). В наиболее употребитель-

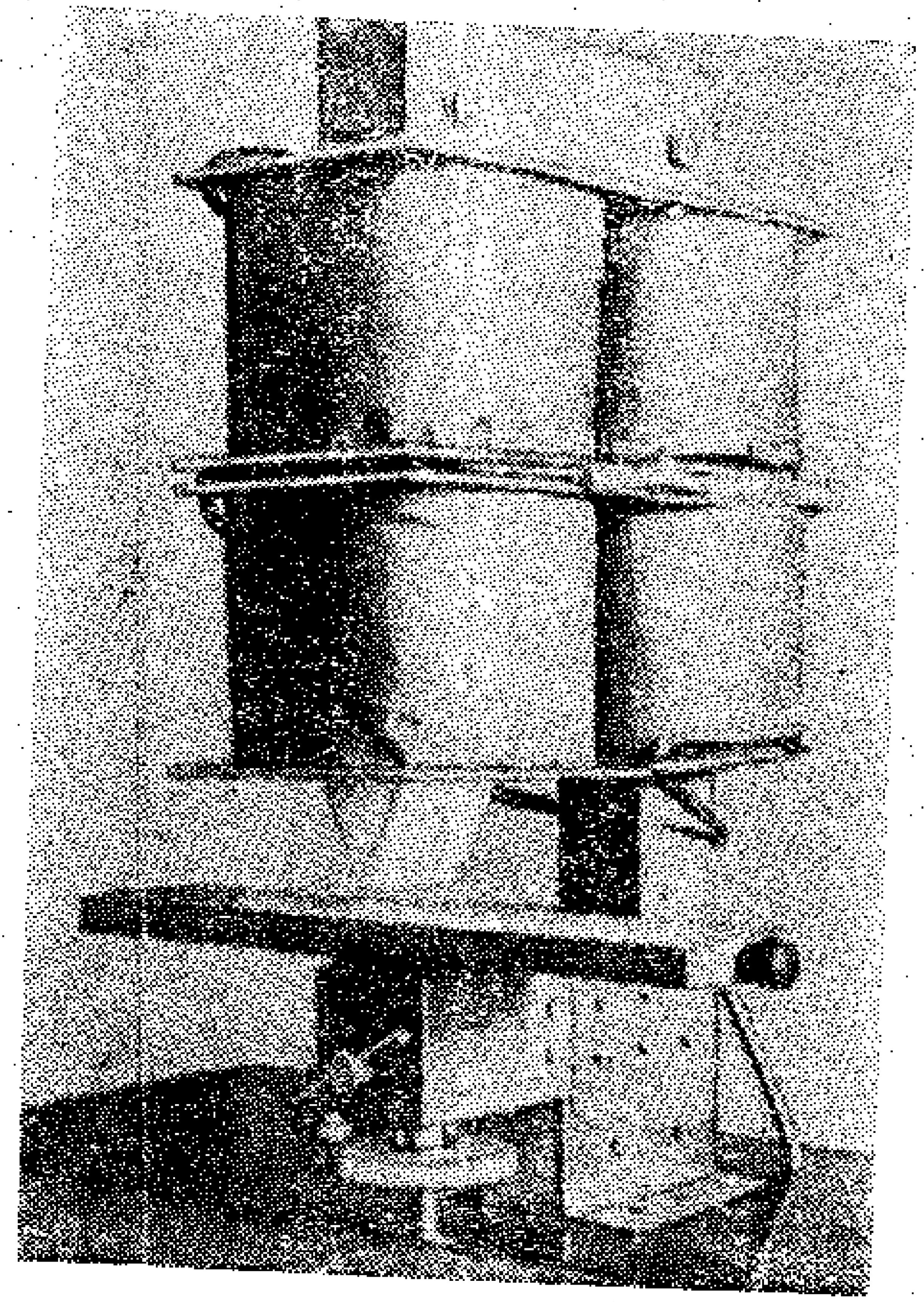

Рис. 23. Простой электромагнит.

ных типах электромагнитов выделение сильноэлектромагнитной фракции производится при слабой силе тока и большом расстоянии между шлихом и электромагнитным полюсом, а слабоэлектромагнитной—при большой силе тока и небольшом расстоянии от шлиха до полюса. Изменяя силу тока и расстояние между шлихом и полюсом, можно достигнуть выделения большого количества электромагнитных фракций.

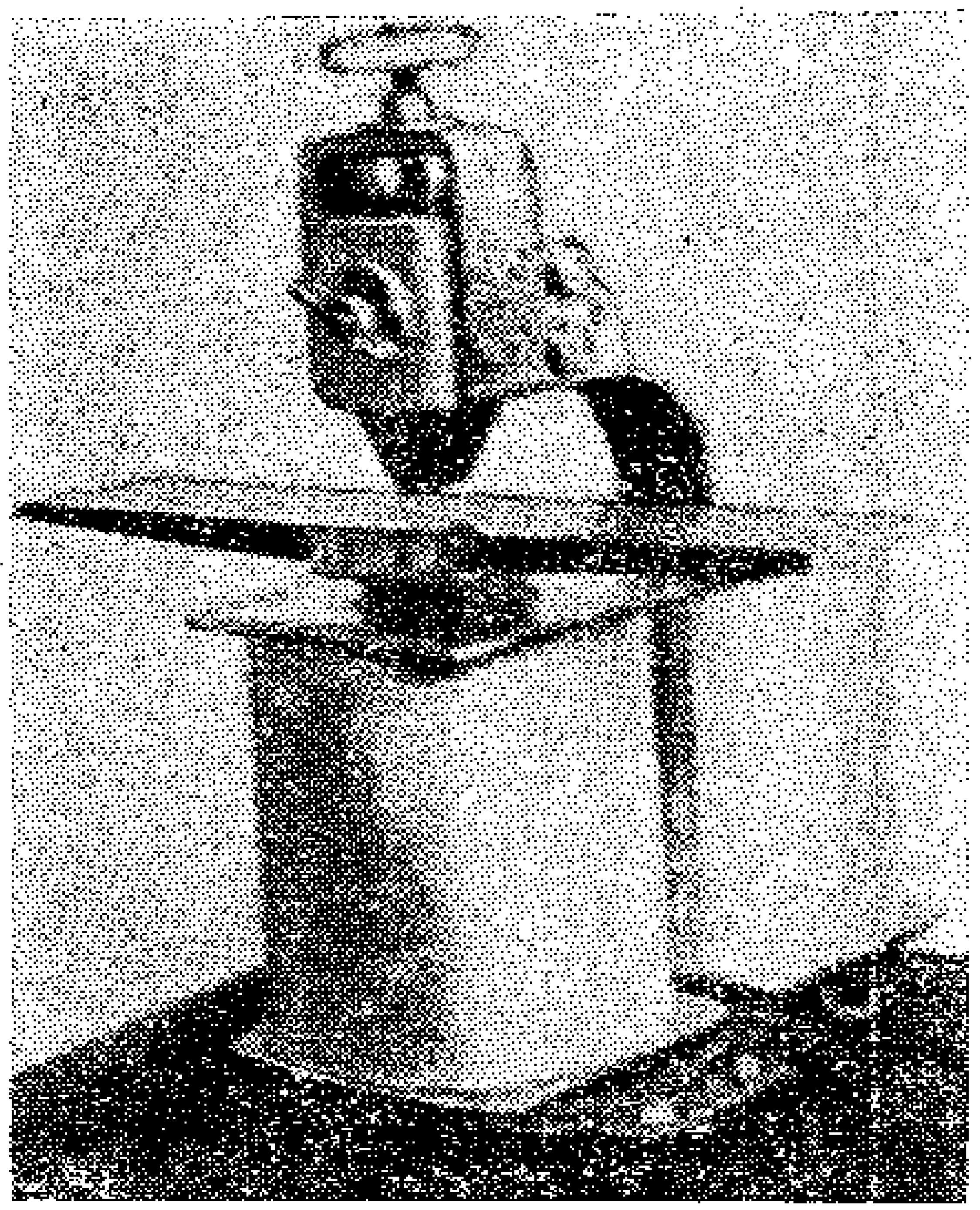

Рис. 24. Полевой электромагнит. Конструкция В. А. Окунева.

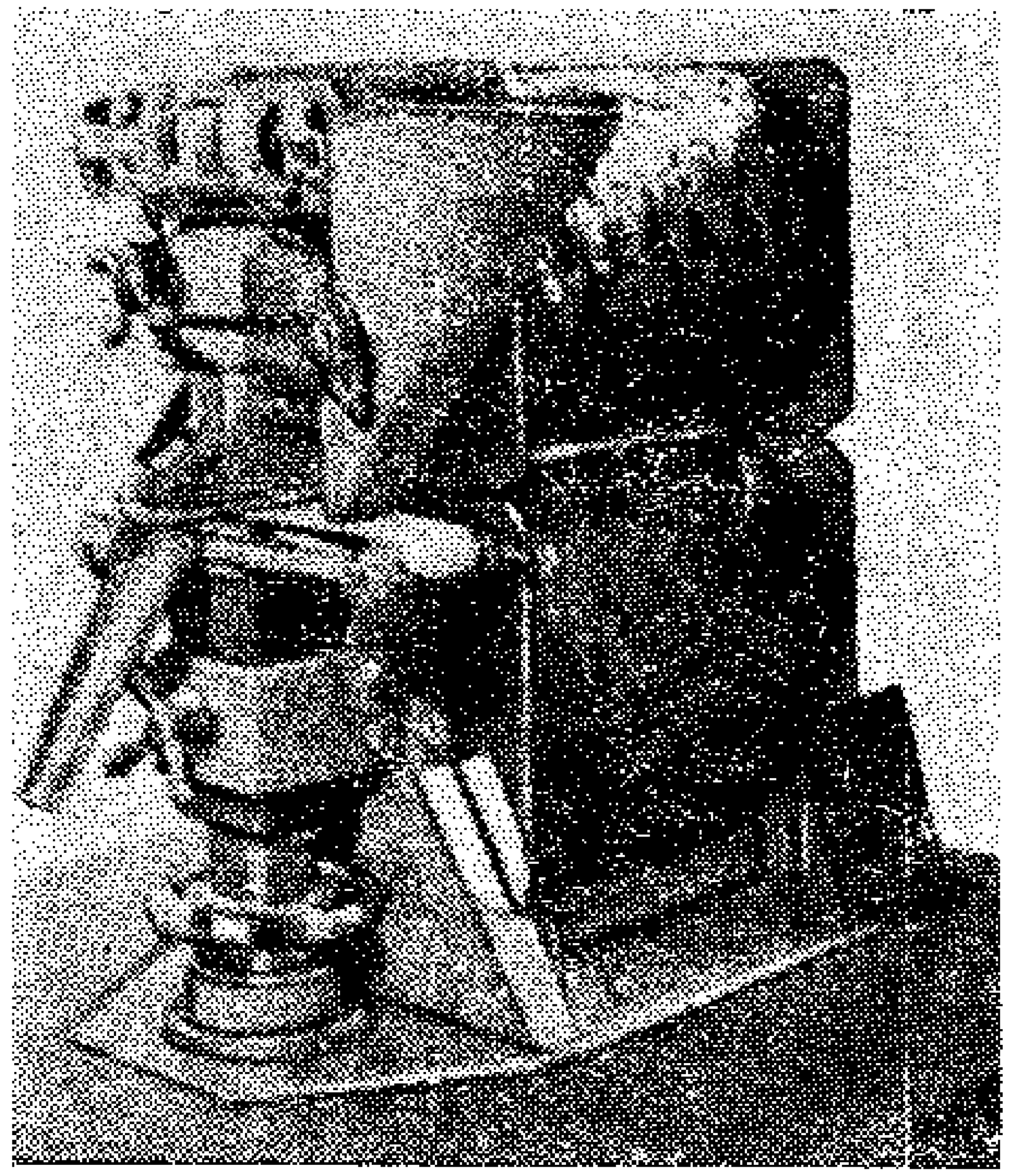

Рис. 25. Усовершенствованный электромагнит с транспортером. Конструкция В. А. Окунева.

В сильноэлектромагнитную фракцию выделяются следующие компоненты: вольфрамит, тантало-ниобаты, касситерит, ильменит, гранаты, турмалин, роговая обманка, другие минералы. В слабоэлектромагнитную фракцию: монацит, касситерит, сфен, другие минералы.

В неэлектромагнитную фракцию: шеелит, циркон, касситерит, золото, сульфиды, рутил, кварц, другие минералы.

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ХОД МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Анализируемая неэлектромагнитная фракция подвергается пленочной реакции на касситерит[1]. Покрытые оловянным зеркалом зерна касситерита из классов крупнее 0,84 *мм* выбираются под бинокуляром и взвешиваются, а в классах —0,84+0,3 *мм* и —0,3 мм подсчитывается количество зерен и умножается на средний вес одного зерна касситерита данного класса. Средний вес зерна находится либо эмпирическим путем, либо определяется математически, принимая объем зерна равным кубу с ребром, равным средней величине зерен класса. Первый способ определения среднего веса зерна предпочтительнее.

После отбора касситерита, или подсчета зерен в мелких классах, фракция подвергается пленочной реакции на шеелит, с которым после реакции поступают аналогично касситериту, Затем неэлектромагнитная фракция тщательно просматривается для определения в ней прочих ценных минералов, из которых некоторые, как, например, циркон, определяются легко, а другие приходится проверять под микроскопом иммерсионным методом.

В слабоэлектромагнитной фракции сосредоточивается главным образом монацит, тем не менее фракция тщательно просматривается на иные компоненты с применением по мере надобности пленочных или иных качественных реакций и иммерсионного метода.

Сильноэлектромагнитная фракция обрабатывается серной кислотой для получения пленочных реакций на вольфрамит и тантало-ниобаты, а затем поступает под бинокуляр для количественного определения ценных компонентов. Качественное определение минералов производится с применением вышеизложенных методов.

[1] О пленочных и качественных реакциях см. раздел «Диагностика» главы II.

Содержание по пробе определяется по следующему образцу.

№ по пор.	1 Классы, *мм*	2 Вес класса, *г*	3 Навеска класса, *г*	4 Степень квартования	5 Вес ценного минерала в навеске, *г*	6 Вес ценного минерала в классе, *г*	7 Вес ценного минерала в пробе
		a	b	c	d	e	f
				$c = \frac{a}{b}$		$e = d \cdot c$	$\Sigma e = f$
1	—3+1,15	15	15	1	0,5	0,5	0,824 *г*
2	—1,15+0,84	18	8	2,25	0,08	0,177	
3	—0,84+0,3	15	2	7,5	0,01	0,075	
4	—0,3	180	20	9,0	0,008	0,072	

Примечания: 1. Вес класса (графа 2) записывается до квартования, а вес навески (графа 3) записывается после квартования.

2. Первые три класса представлены концентратом, а класс —0,3 *мм* —сырым материалом.

Анализ класса—10 + 3 *мм*. Пробы поступают в виде концентрата. Анализ этого класса совершается наиболее просто. Зерна минералов этого класса хорошо различимы макроскопически, и определение минералов производится «на-глаз», с проверкой минералов качественными или пленочными реакциями. Ценные минералы извлекаются из концентрата и взвешиваются на аналитических весах.

Анализ концентратов класса—3+0,3 *мм*. Производится аналогично анализу концентрата отсадки класса —3+0,3 *мм* в схеме 5, приведенной на стр. 64.

Анализ класса —0,3 *мм*. Производится аналогично правой ветви схемы 5 на стр. 64.

Анализ дражных шлихов I сорта. Шлих обычно черного цвета с очень небольшим количеством легкой фракции. Вес пробы с одной съемки золота зависит от кубатуры промытой породы, минералогического состава шлихов и степени доводки шлиха.

Анализ производится следующим образом: проба рассеивается на классы + 3 и — 3 мм. Класс + 3 *мм* обрабатывается аналогично классу —10 + 3 *мм*, а класс — 3 *мм* —аналогично концентрату класса —3 + 0,3 *мм*.

Анализ дражных шлихов II сорта. Проба рассеивается на классы на сите 3 *мм*; полученные классы поступают на отсадку, а концентраты отсадки анализируются аналогично классам —10+3 *мм* и —3 *мм*.

Анализ дражных шлихов III сорта. Выход шлихов III сорта на драгах с большой площадью шлюзов достигает значительных величин —1 *т* и выше. Вместе с тем содержание ценных минералов в шлихах III сорта значительно меньше, чем в шлихах I и II сортов. Поэтому для количественного анализа отбирается проба весом 50 *кг*, рассеивается на классы —10 + 3 *мм* и —3 *мм*. Полный выход этих классов концентрируется на отсадочной машине, а концентраты обрабатываются соответственно вышеизложенному.

Основное лабораторное оборудование и материалы

1) микроскоп с набором иммерсионных жидкостей, 2) бинокулярная лупа, 3) электромагнит, 4) магнит подковообразный, 5) весы аналитические с разновесом, 6) весы технические с разновесом, 7) отсадочная машина с концентрационными коробками, 8) набор сит Тейлора, 9) мелкий инвентарь и материалы: зажимы, штативы, ступки, тигли, асбестовые сетки, иглы, кисточки, пинцеты, резиновые трубки и т. д., 10) стеклянная посуда: колбы, воронки, часовые стекла, фарфоровые чашечки, склянки цветные и белые, трубки палочки, стаканы химические, пипетки и т. д. 11) цинковые пластинки, 12) фарфоровые пластинки, 13) шкала твердости, 14) фильтры и фильтровальная бумага, 15) спиртовки, 16) молоточки и клещи, 17) паяльная трубка с платиновой проволочкой.

Реактивы

1) кислота соляная, 2) кислота азотная, 3) кислота серная, 4) молибденовокислый аммоний, 5) какотелин, 6) ртуть, 7) бромоформ, 8) спирт или бензол, 9) денатурат, 10) углекислый натрий, 11) бура, 12) фосфорная соль, 13) зернистое олово.

ЛИТЕРАТУРА

А. Печатные издания

Билибин Ю. А. Геология россыпей. М.—Л. ГОНТИ. 1938.

Рейборн К. и Мильнер Г. Поиски и разведки аллювиальных месторождений. ОНТИ НКТП, 1933.

Барышев Н. В. Разведочное дело, ч. IV. ОНТИ НКТП. Л.—М.

Сигов А. П. Шлиховые изыскания. Свердловск—Москва, ГОНТИ, 1939.

Барбот де Марни Н. и Русаков М. П. Опробование россыпных месторождений. ГГГР, 1931.

Минеев А. О. Поиски и разведка россыпных месторождений золота. Москва, 1936.

Прокопьев Е. П. Опробование золотых россыпей в теории и практике. Горный журнал № 8, 1925.

Минеев А. О. Опробование золотых россыпей шурфовкой. ОНТИ. 1929.

Арсентьев А. В. Поиски и разведка золота и платины. 1932.

Красников В. И. Шурфовка золотоносных россыпей в условиях вечной мерзлоты, 1933.

Новиков В. А. О необходимом весе проб при опробовании россыпей на редкие минералы. «Разведка недр» № 2—3, 1940.

Новиков В. А. Применение пленочных реакций и диагностического травления для минералогического анализа шлихов. «Советская геология» № 10—11, 1939.

Б. Рукописи

Мохов А. И. и Новиков В. А. Временная инструкция для шлиховых лабораторий, НИГРИЗолото, 1937.

Аронович Е. Х. Разработка метода определения количеств тяжелой фракции в россыпи. НИГРИЗолото. 1938.

Новиков В. А. Количественный минералогический анализ концентратов россыпных проб. НИГРИЗолото, 1938.

Шефталь С. В. Разработка простого, быстрого, практически точного метода анализа шлиховых проб. НИГРИЗолото, 1938.

Материалы шлихового совещания работников золотой прмышленности в апреле 1938 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Введение	4
Глава I. **Общие сведения о россыпях**	6
Типы россыпей, их строение и морфология	8
Характеристика элементов россыпи	13
Морфология россыпей	15
Глава II. **Характеристика главных ценных минералов россыпных месторождений**	19
Касситерит	19
Шеелит	21
Вольфрамит	23
Монацит	24
Циркон	26
Колумбит-танталит	27
Прочие шлиховые минералы	29
Глава III. **Опробование при поисковых работах**	30
Требования, предъявляемые к результатам поискового опробования	30
Методика и техника опробования	31
Промывка	33
Глава IV. **Опробование при разведочных работах**	38
Опробование на золото	39
Опробование шурфов	39
Опробование буровых скважин на золото	43
Опробование россыпей на минералы редких металлов попутно с золотом	45
Опробование на минералы редких металлов	46
Пробы из буровых скважин	55
Опробование эксплоатирующихся россыпей	56
Опробование открытых забоев	56
Опробование подземных забоев	57
Опробование дражных забоев	57
Глава V. **Лабораторная обработка проб и минералогический анализ**	60
Схемы качественного минералогического анализа	61